

UNIVERSITAT DE LLEIDA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

GRAU EN ENGINYERIA INFORMÀTICA

TREBALL DE FINAL DE GRAU

---

# Escape Room VR

---

*Autor:*  
Xavier Planes Seuma

*Supervisor:*  
Francesc Sebé Feixas

6 de juliol de 2017

# Índex

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Context</b>	<b>1</b>
2.1	L'expansió i l'impacte de la realitat virtual . . . . .	1
2.2	El <i>boom</i> dels <i>Escape Rooms</i> . . . . .	1
<b>3</b>	<b>Objectius</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Decisions sobre el disseny del joc</b>	<b>3</b>
4.1	Perspectiva immersiva . . . . .	3
4.2	Jugabilitat . . . . .	3
4.3	Normes del joc . . . . .	3
4.4	Configuració . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Eines utilitzades pel desenvolupament</b>	<b>4</b>
5.1	Unity 3D . . . . .	4
5.2	Blender . . . . .	5
5.3	Eines addicionals . . . . .	6
<b>6</b>	<b>Desenvolupament argumental</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Disseny del menú</b>	<b>7</b>
7.1	Pantalla inicial i tutorial . . . . .	7
7.2	Pantalla de pausa . . . . .	8
<b>8</b>	<b>Disseny de nivells</b>	<b>9</b>
8.1	Nivells fora de la sala . . . . .	9
8.1.1	Nivell pre- <i>escape room</i> . . . . .	9
8.1.2	Nivell post- <i>escape room</i> . . . . .	9
8.2	Disseny de proves i enigmes . . . . .	9
8.3	Dificultat de les proves . . . . .	10
8.4	Proves . . . . .	10
8.4.1	Combinació del zodíac . . . . .	10
8.4.2	Combinació làser . . . . .	11
8.4.3	Puzle simètric . . . . .	12
8.4.4	Cadenats amb formes . . . . .	13
8.4.5	Números en la foscor . . . . .	14
8.4.6	Destrucció del sistema de vigilància . . . . .	14
8.4.7	Caixa de vidre . . . . .	16
8.4.8	Números escrits amb sang . . . . .	16
8.4.9	Combinacions horàries . . . . .	17
8.5	Ordre de resolució . . . . .	18
<b>9</b>	<b>Disseny gràfic i art</b>	<b>19</b>
9.1	Exterior . . . . .	19
9.2	Interior . . . . .	20
9.2.1	Disseny físic i distribució de l'espai . . . . .	20
9.2.2	Cromàtica . . . . .	20
9.2.3	Decoració . . . . .	21
9.2.4	Enllumenat . . . . .	21
9.2.5	Entorn opressiu . . . . .	21

<b>10 Sistema d'interacció</b>	<b>22</b>
<b>11 Programació</b>	<b>23</b>
11.1 Combination Key . . . . .	23
11.1.1 Combination Panel . . . . .	24
11.1.2 Circle combination . . . . .	24
11.1.3 Rotative Combination . . . . .	25
11.1.4 Clock Combination . . . . .	25
11.1.5 Lock . . . . .	26
11.1.6 Crystal Box . . . . .	26
11.2 Control de portes . . . . .	27
11.3 Control d'interruptors . . . . .	27
11.4 Equipament d'objectes . . . . .	27
11.5 Control de la càmera . . . . .	28
11.6 Control de la tempesta . . . . .	29
11.7 Control de la sala . . . . .	29
<b>12 Optimització del rendiment</b>	<b>30</b>
12.1 Evitar el processament d'accions no perceptibles . . . . .	30
12.2 Ús eficient dels mètodes <i>update</i> . . . . .	30
12.3 Prescindir de mètodes <i>on trigger stay</i> . . . . .	31
12.4 Evitar (en mesura del possible) els <i>get components</i> . . . . .	31
12.5 Concentrar els processos complexos al principi de la partida . . . . .	32
12.6 No crear ni destruir, sinó activar o desactivar . . . . .	32
<b>13 Testing</b>	<b>32</b>
13.1 Primer test . . . . .	32
13.2 Segon test . . . . .	33
13.3 Tercer test . . . . .	34
13.4 Quart test . . . . .	34
13.5 Cinquè test . . . . .	35
13.6 Sisè test . . . . .	35
13.7 Setè test . . . . .	36
13.8 Vuitè test . . . . .	37
13.9 Novè test . . . . .	37
13.10 Desè test . . . . .	38
13.11 Comentaris . . . . .	38
<b>14 Perspectiva de futur</b>	<b>38</b>
14.1 Realitat virtual per la versió d'ordinador . . . . .	39
14.2 Persistència . . . . .	39
14.3 Rànquing en línia . . . . .	39
14.4 Seqüela . . . . .	39
<b>15 Conclusions</b>	<b>39</b>

## Índex de figures

1	Primer <i>Escape Room</i> Virtual, creat a mitjans del 2016 a Barcelona. . . . .	2
2	Exemple de divisió i deformació de la càmera principal de l'sdk <i>Google VR</i> , utilitzat en les primeres proves d'implementació del joc. . . . .	5
3	Exemple de modelatge amb Blender. Correspon a un dels dissenys inicials de la sala principal. A la figura 2 es pot apreciar el mateix model importat a l'Unity 3D, amb la realitat virtual activada. . . . .	6
4	Menú principal just després d'accionar l'interruptor. S'hi poden veure les portes dels tres nivells que té el joc. . . . .	8
5	Pantalla de pausa d'una partida en què ja s'ha entrat a <i>l'escape room</i> . . . .	8
6	Elements que componen la prova. . . . .	11
7	Passos a seguir per resoldre la prova (d'esquerra a dreta, de dalt a baix). Cridar l'atenció de la càmera, desbloquejar els panells mòbils l'armari, abaixar la caixa de vidre que impedeix la visió, tancar la llum, amagar-se dins l'armari, observar la combinació i introduir-la. . . . .	12
8	Ús de les barres corresponents a les dues primeres parts de la prova, a dalt. Plantejament de l'última part de la prova, a baix. . . . .	13
9	Caixes amb cadernats amb diferents formes. S'està subjectant la clau i s'ha d'escollir on utilitzar-la. . . . .	14
10	Exemple d'ús de la llanterna per il·luminar el passadís fosc, buscar els números i introduir-los al panell de combinacions. . . . .	15
11	Disseny de la prova. . . . .	15
12	Prova de la Caixa de vidre durant una partida, amb algunes barres mogudes. .	16
13	Els números visualment encriptats a l'esquerra. Desencriptats a través de la càmera de videovigilància i amb la sala girada, a la dreta. . . . .	17
14	Exemple d'introducció d'una combinació horària. . . . .	17
15	Diagrama amb l'ordre de la resolució dels enigmes i les seves dependències. .	18
16	Efecte de la neu de la tempesta, a l'esquerra; afegint l'efecte dels núvols, a la dreta. . . . .	19
17	Dues perspectives de la sala principal que mostren el seu disseny. . . . .	20
18	Diagrama del flux d'esdeveniments que es duen a terme en la interacció d'un objecte (en aquest cas, es realitza l'acció 2). . . . .	22
19	Exemple d'interacció amb un interruptor. El jugador s'atansa a l'objecte, veu que permet interacció i l'acciona (clica, en aquest cas) per apagar la llum. .	23
20	Al sostenir la llanterna, s'agafa com a posició de referència la còpia que té desactivada la càmera principal i està dins de l'àrea de col·lisió del cos del jugador, al mateix moment que s'emparenta amb la càmera. Addicionalment, en aquest cas, s'activa la llum principal i es desactiva la de l'interruptor. Vist des de l'editor, a dalt; des del punt de vista del jugador, a baix. . . . .	28
21	Diagrama d'estats on es mostren les possibles situacions de la càmera i les accions que les desencadenen. . . . .	29
22	Exemple de <i>cahcing</i> de components. Els components <i>transform</i> de la càmera i del jugador es guarden a les variables assignades (a dalt) i es poden utilitzar codi (a baix). La classe <i>Wardrobe</i> i el component de llum del làser funcionen de la mateixa manera. . . . .	31

# 1 Introducció

En aquest document es recullen les idees inicials sobre el projecte. Es fa una contextualització en els àmbits tecnològics i culturals per tal d'entendre millor el que es pretén, així com la definició dels objectius principals.

S'expliquen les decisions referents al disseny i implementació del projecte, tot argumentant el perquè de cadascuna.

## 2 Context

### 2.1 L'expansió i l'impacte de la realitat virtual

Avui en dia s'estan posant de moda les aplicacions/videojocs que utilitzen realitat virtual. És una tecnologia amb molt potencial i amb infinitat d'usos. Aquests últims anys han sorgit aplicacions d'aquest tipus molt variades i, en la majoria de casos, útils i interessants. A més a més, com que cada vegada el *hardware* és més potent, s'està abaratint el preu dels dispositius capaços d'emular aquesta experiència, el que fa que més gent hi pugui accedir.

La indústria de l'entreteniment n'està sent la gran beneficiada, ja que la majoria d'aplicacions tenen finalitats lúdiques. El concepte de videojoc s'ha vist influenciat per l'aparició d'aquesta tecnologia. Molts dels grans títols actuals del sector, ja han sigut desenvolupats amb la idea que puguin ser jugats utilitzant realitat virtual. D'aquesta manera, s'estan notant una nova tendència a fer jocs en primera persona, amb interfícies simples i una interacció senzilla i intuïtiva, reduint (o fins i tot eliminant) menús, en favor d'una jugabilitat molt més diegètica.

El que es pretén amb això és trencar la barrera entre videojoc i la realitat. Es vol aprofitar la capacitat immersiva que caracteritza la realitat virtual, per tal de crear situacions creïbles, que no disten de la realitat. Hi ha sectors concrets del món del videojoc que ho veuen com una oportunitat per implicar els seus jugadors d'una manera més directa i realista a les seves obres. Hi ha una gran diferència en l'impacte que ofereix una situació, segons la perspectiva que se'n té. És molt diferent percebre un videojoc a través de la pantalla, que sentir que realment hi ets dins; que en moure el cap, vegis el que veuria el personatge del joc.

### 2.2 El boom dels *Escape Rooms*

Al mateix moment, les activitats del tipus *Escape Room* també passen per una etapa de gran èxit i expansió. És un tipus d'experiència que normalment es realitza en grup, on el principal objectiu consisteix en aconseguir escapar d'una habitació (o més), dins del temps establert. Per fer-ho, l'equip s'ha d'enfrontar una sèrie d'enigmes, trencaclosques i/o proves d'habilitat per tal d'anar desbloquejant objectes (claus, codis, fotos, etc) que permetin progressar en el joc.

En aquestes proves es té en compte la capacitat d'observació, la intuïció, la facilitat per relacionar conceptes i, en menor mesura, l'habilitat tècnica i la precisió per moure objec-

tes. Mai es formulen enigmes de caràcter cultural o tècnic. D'aquesta manera, les úniques pistes per resoldre els enigmes es troben dins de la mateixa sala i tothom, en un moment o en altre, hi podrà accedir a cada una d'elles.

La idea està evolucionant molt ràpidament. Actualment, la gran majoria d'aquestes activitats tenen històries elaborades, les quals aporten al·licients a l'aventura i suposen una motivació addicional. També n'estan sorgint que aprofiten el joc per introduir elements terrorífics (aprofitant que el fenomen *Horror House* també està en el seu moment àlgid), per tal de maximitzar la intensitat de l'experiència.

Recentment, ha començat a sorgir la idea d'*Escape Rooms* Virtuals, on els usuaris participen en aquestes activitats a través d'un dispositiu de realitat virtual. Encara n'hi ha molt poques, però ja es poden començar a trobar al mercat.



Figura 1: Primer *Escape Room* Virtual, creat a mitjans del 2016 a Barcelona.

### 3 Objectius

L'objectiu d'aquest treball és desenvolupar un videojoc que plantegi reptes del tipus *Escape Room*.

- Dissenyar un joc que es pugui jugar de la mateixa manera que es juga un *Escape Room* però individualment.
- Escriure una història per afegir realisme i donar motivació addicional al jugador.
- Fer el disseny i el modelatge de l'habitació i els seus objectes.
- Programar un sistema interactiu i de mobilitat, de manera que el jugador es pugui moure i interactuar amb els objectes de la sala.
- Programar el funcionament dels elements ofereixen interacció.
- Plantejar enigmes i puzles resolubles amb els elements ofereixen interacció.
- Crear un menú amb les configuracions de la partida.
- Testejar i ajustar la dificultat dels nivells.

- Construir una versió per a ordinador.
- Adaptar el projecte per a ser jugat en realitat virtual en dispositius Android.
- Permetre jugar la versió de PC amb comandaments estàndards.

## 4 Decisions sobre el disseny del joc

A continuació s'expliquen les decisions que s'han pres sobre el disseny del joc per tal d'engrandir l'experiència.

### 4.1 Perspectiva immersiva

- El videojoc es juga en primera persona. Principalment perquè és la millor manera de plantejar una aplicació de realitat virtual. A més a més, s'ha intentat que el joc, sigui el menys “videojoc” possible, enfocant-lo com una experiència realista. Així que s'ha optat per la càmera subjectiva.
- Durant la partida no es mostra cap menú ni cap interfície d'usuari. Igual que la majoria de jocs enfocats a ser jugats amb realitat virtual, amb aquest també es pretén mostrar el mínim d'elements característics dels videojocs, per tal de donar més sensació de realisme a l'experiència.
- No es mostra cap tipus de tutorial (no almenys com a tal). La jugabilitat s'ha fet intuïtiva fins al punt que es pugui aprendre a jugar-hi de manera autodidàctica. No interessa trencar la diegesis ni l'experiència realista mostrant tutorials.

### 4.2 Jugabilitat

- Mobilitat bàsica. El personatge principal es pot desplaçar per l'entorn endavant, cap als costats i enrere (corresponent les tecles W, S, A, D, del teclat o l'analògic del comandament). El personatge pot moure el cap per mirar al seu voltant, limitat pels impediments físics d'una persona real. Es mou amb el ratolí, en la versió de PC; utilitzant el giroscopi del dispositiu mòbil, altrament. Com que es disposa de més tecles en la versió d'ordinador, s'ha millorat la mobilitat amb botons per saltar i per augmentar la velocitat de desplaçament.
- La interacció amb l'entorn s'ha intentat fer que sigui la més senzilla possible. Principalment es pot clicar, arrossegar, mirar i aguantar premuts els objectes, segons el tipus d'interacció que ofereixin. En base això s'han muntat les proves del joc.
- El joc es pot parar durant la partida. A la pantalla de pausa es pot reprendre la partida, sortir del joc, així com començar-ne una de nova.

### 4.3 Normes del joc

- El joc es desenvolupa, majoritàriament, dins d'una habitació (ja que es tracta d'un *Escape Room*).
- L'objectiu del jugador és escapar d'aquesta habitació dins del temps establert. Al mateix temps va recopilant informació per tal de descobrir l'entramat de la història.

- S'han fet certs canvis respecte el joc original d'*Escape Room*:
  - Es parteix d'un temps inicial força reduït. A mesura que es va progressant en les proves i enigmes, es pot aconseguir temps addicional. Aquesta decisió radica en què, en aquest tipus d'activitats, els moments d'autèntica tensió només es donen en els instants que el temporitzador s'està a punt d'esgotar. D'aquesta manera, la pressió i la urgència de resoldre els enigmes augmenta.
  - El temps que es guanya és inferior cada vegada. Aquesta mesura s'aplicarà per garantir una compensació sobre la corba d'aprenentatge de la resolució de les proves de l'habitació. En altres paraules, el que sol passar és que els enigmes/proves es van resolent més de pressa a mesura que es progressa. Al principi, se sol estar desorientat i superat pel munt d'enigmes plantejats que es troben a l'entrar a la sala per primera vegada. A mesura que es van resolent les coses, a part de quedar menys enigmes per resoldre, ja s'han pogut relacionar molts conceptes, de manera que la resolució de la resta s'assoleix amb una facilitat exponencial a mesura que el joc progressa.

#### 4.4 Configuració

- El joc disposa de tres tipus de dificultats per adaptar-se a les habilitats/necessitats de cada usuari:
  - Dificultat per a principiants ("*Relax*"). Per a gent que mai ha participat en cap activitat *Escape Room* (sigui real o virtual). Es dona més temps per resoldre el nivell i les pistes són més obvies.
  - Dificultat normal ("*Stress*"). Per aquells dominen el tema. El temps és l'habitual i no es dona cap tipus de pista.
  - Dificultat extrema ("*Agony*"). Per als jugadors més exigents. Poc temps, penalitzacions de temps, enigmes més difícils, intents limitats i trampes a evitar durant la partida.
- No es pot canviar l'idioma. S'ha intentat incloure el mínim de text per tal que el joc sigui el més universal possible. Tot i així, el text de la introducció i els del menú (els únics que hi ha en tot el joc) estan en anglès.
- La versió per a ordinador permet ajustar la resolució, la qualitat gràfica i el mode finestra/pantalla completa. La versió per a dispositius portables únicament disposa de l'opció amb menor càrrega gràfica.
- La versió per a dispositius mòbils, es pot jugar tant amb realitat virtual com sense (existeixen dues versions del joc per a aquestes plataformes).

## 5 Eines utilitzades pel desenvolupament

### 5.1 Unity 3D

l'Unity 3D és un motor de videojoc multiplataforma i que es pot utilitzar de manera gratuïta, tot i que hi ha versions més completes que són de pagament. En aquest cas s'utilitzarà



la versió Personal (la més bàsica) que compleix de sobres amb els requeriments per desenvolupar un joc amateur d'aquestes característiques.

Un dels motius pels quals s'ha escollit aquest motor de videojoc és que permet desenvolupar per gran quantitat de plataformes. D'aquesta manera, tal com s'ha plantejat a l'apartat dels objectius, es farà el desenvolupament per la versió de PC i després una adaptació per a Android, afegint el complement de la realitat virtual.

Per tal d'afegir la realitat virtual s'utilitzarà l'*sdk* Google VR, el qual facilita un conjunt de components que ajuden a fer la traducció de la interacció que es fa al PC, als dispositius Android. Principalment, substitueix el moviment de rotació de la càmera principal (en aquest cas, el que serien els ulls del personatge principal del joc), inicialment interpretat del moviment del ratolí, al moviment del giroscopi del dispositiu. A més a més, divideix la pantalla en dues i les deforma, donant sensació de profunditat per tal d'emular 3D.

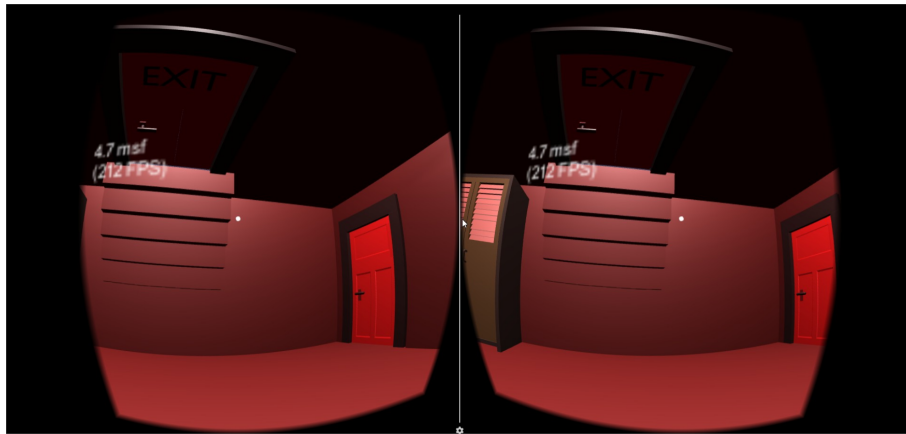


Figura 2: Exemple de divisió i deformació de la càmera principal de l'*sdk* Google VR, utilitzat en les primeres proves d'implementació del joc.

L'Unity 3D bàsicament és l'encarregat d'ajuntar la part gràfica amb la part del codi. Permet crear instàncies de classes i adjuntar-les als objectes físics. De manera que se'ls poden assignar valors i relacions de manera més directa. Addicionalment, la consola de la qual disposa serveix de gran ajuda per comprovar que totes funcionen correctament.

Aquest software també es farà servir per crear i controlar les animacions, creació de materials i models poc complexos, disposició dels models en l'entorn, control de llums, físiques, disseny d'efectes especials, execució d'*scripts* temporitzats i gestió de les escenes.

## 5.2 Blender

És una eina de software lliure que s'utilitza per a modelatge, texturitzat, animacions i qualsevol tipus de creació gràfica en 3D. En aquest projecte es farà servir per a modelatge dels objectes, la composició dels seus materials i el texturitzat. S'ha triat aquest software, ja que és gratuït, molt potent i funciona molt bé associat a l'Unity 3D. Els models creats es poden importar molt fàcilment a l'Unity 3D i, a més a més, s'actualitzen immediatament quan es modifiquen al Blender.

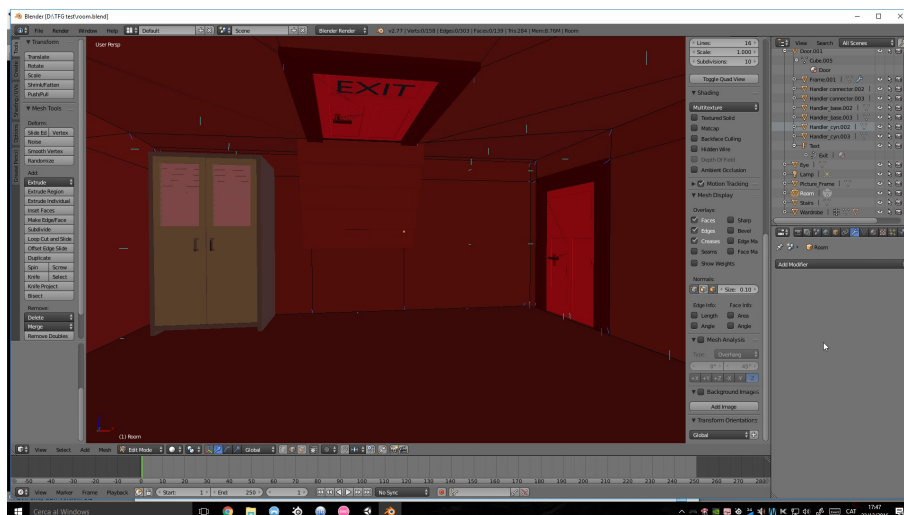


Figura 3: Exemple de modelatge amb Blender. Correspon a un dels dissenys inicials de la sala principal. A la figura 2 es pot apreciar el mateix model importat a l'Unity 3D, amb la realitat virtual activada.

Una altra característica interessant és que permet establir una jerarquia entre els elements creats. Això és molt útil a l'hora de crear les animacions i programar determinats components d'un objecte a l'Unity 3D. També resulta molt útil per fer texturitzats precisos.

### 5.3 Eines addicionals

Per programar el codi del projecte s'utilitzarà el Visual Studio, ja que s'instal·la conjuntament amb l'Unity 3D i té eines que faciliten la seva prova directament al motor gràfic.

El projecte es guardarà a un repositori en línia privat Bit Bucket, que es va actualitzant a mesura que es desenvolupa. S'ha escollit aquest tipus de repositori, ja que es guarda al núvol, és privat i està preparat per a projectes relativament petits. Es gestionarà mitjançant Source Tree, una interfície que permet el control del Git del projecte de manera més fàcil.

## 6 Desenvolupament argumental

El joc explica la història de dos muntanyers, que es perden al mig d'una muntanya durant una expedició. Per culpa de la mala visibilitat perden de vista el camí de la ruta que seguien i s'acaben desorientant. Mentre intenten refer el camí cap al refugi d'on venien, es veuen sorpresos per una forta tempesta de neu. El protagonista del joc, que és la primera vegada que participa en una expedició d'aquestes característiques, es limita a seguir el seu company, que fa de guia. En un moment donat, una forta ventada aixeca una gran quantitat de neu que impedeix al protagonista veure el seu company. Passats uns instants, el vent es calma una mica i la visibilitat millora. El protagonista es sorprèn al veure com el seu company, que tot just tenia uns metres més endavant, ha desaparegut. Ignorant la situació climàtica, comença a buscar-lo.

El joc comença quan el protagonista fa una bona estona que està buscant el seu company. El jugador pren el control sobre el protagonista i es pot moure lliurement per la muntanya.

Comença a trobar pertinences del seu company a mesura que el va buscant. Finalment acaba trobant un rastre de sang que du a l'interior d'una cova, fet que inquieta al protagonista. Un cop ha entrat a la cova, es troba que hi ha una porta de color vermell il·luminada. Veient que la tempesta està empitjorant i tenint en compte les pistes sobre el seu company l'han dut en aquesta direcció, decideix entrar-hi. Un cop hi entra, la porta es tanca al seu darrere i s'activa un temporitzador. Sorprès per la situació, acciona l'interruptor de la llum i descobreix que es troba en una sala amb una decoració molt estranya. Comença a sospitar que no ha sigut una bona idea haver entrat allí. La inquietud augmenta en descobrir una gran taca de sang a terra, just davant d'una porta. Comença a buscar una manera desesperada de sortir d'aquell lloc, però a la vegada, està preocupat pel que li hagi pogut passar al seu company. Després d'intentar forçar les portes, comença a comprendre que l'estranya composició d'aquella sala no està feta a l'atzar. Haurà de resoldre una sèrie de proves i enigmes si vol seguir endavant.

Després de resoldre totes adversitats del primer pis, aconsegueix arribar al segon. Allí s'hi troba un mapa amb una ruta traçada a sobre que va des d'aquell edifici fins a un altre. Just davant d'aquest hi ha una clau, que dedueix que li servirà per entrar a aquell edifici.

Un cop s'han resolt totes les proves i aconsegueix sortir de l'edifici, busca el camí que ha vist al mapa del segon pis. Bastant-se en el camí dibuixat al mapa i tenint en compte el traçat de la muntanya, avança fins a trobar-se amb l'altre edifici. Desesperat per trobar el seu amic (i de pas un refugi per la tempesta), decideix entrar-hi amb la clau que havia aconseguit. Un cop hi entra, el joc finalitza, deixant a la imaginació del jugador el desenllaç de la història.

Una possible interpretació del final és que aquest edifici és una altra *escape room*, de manera que el jugador s'haurà d'enfrontar a un nou repte, donant pas a una seqüela del joc.

## 7 Disseny del menú

Normalment no és un tema que requereixi una secció dedicada, però ho he trobat convenient donades les característiques que se li ha donat.

La idea principal és que, com s'ha anat comentant, no hi ha cap tipus d'interfície d'usuari. De la mateixa manera tampoc s'hi mostrarà cap tipus de “menú tradicional”. Llavors, el menú s'ha representat com una sala en la qual el jugador s'hi podrà anar movent i les opcions a seleccionar seran portes que obrirà.

S'ha escollit fer-ho d'aquesta manera per una sèrie de motius. Principalment, com s'ha mencionat, per no haver de crear una interfície d'usuari que trenqui el “realisme” de l'experiència. El fet d'utilitzar com a menú una sala semblant a la que es troba durant la partida, en certa manera, ajuda a mantenir part de la immersió. A més a més crea una atmosfera de misteri que reforça la intriga.

### 7.1 Pantalla inicial i tutorial

El joc comença amb la pantalla completament fosca. Únicament s'hi distingeix una petita llum a l'horitzó. El jugador només té l'opció de moure's cap a ella i interactuar-hi. Això serveix com a un petit tutorial dels conceptes bàsics de la jugabilitat (girar la càmera, detectar un objectiu, caminar cap a ell i interactuar-hi). Un cop s'acciona la llum, es pot

comprovar com es tractava d'un interruptor que obre les llums de la sala i descobreixen una sèrie de portes. Inicialment es poden veure quatre portes: tres que representen els nivells de dificultat i una que serveix per tancar el joc.

Les portes dels nivells tenen escrit el nom de la dificultat i un cop es passa a través d'elles es carrega el nivell corresponent. La de sortida funciona igual, però tanca l'aplicació.



Figura 4: Menú principal just després d'accionar l'interruptor. S'hi poden veure les portes dels tres nivells que té el joc.

## 7.2 Pantalla de pausa

En el moment que el jugador prem el botó de pausa, apareix a la mateixa sala del menú inicial i la partida queda pausada. Es reprendrà quan el jugador faci algun moviment. Tot i així, si el jugador vol accedir a la partida de nou, haurà d'avançar cap a una porta que té davant, obrir-la i entrar-hi. Un cop ho faci apareixerà exactament al mateix lloc on havia premut el botó de pausa.

S'ha decidit fer-ho d'aquesta manera expressament perquè un cop entrat en el mode de pausa, per reprendre la partida s'hagi de perdre uns quants segons. Això s'ha fet així per tal que no "s'abusi" del botó de pausa. Es podria donar que el jugador memoritza les pistes per resoldre una prova i pausa el joc per reflexionar-les. D'aquesta manera, aturar la partida comporta un petit sacrifici, que farà al jugador pensar-s'ho dues vegades.



Figura 5: Pantalla de pausa d'una partida en què ja s'ha entrat a l'*escape room*.

Si s'ha entrat en mode pausa mentre s'està dins de *'escape room*, es visualitzarà un temporitzador semblant al s'hi pot trobar dins, mostrant el temps que li queda per resoldre la sala. Si es troba a l'exterior quan es pausa, el temporitzador no es mostrarà. Tot i així, un cop faci un moviment, seguirà contant el temps per morir de fred.

## 8 Disseny de nivells

En aquest apartat es comentaran les decisions i les maneres d'enfocar el disseny dels nivells i cada un dels aspectes que el componen.

### 8.1 Nivells fora de la sala

Tot i que el joc com a objectiu principal té resoldre un *escape room*, hi haurà uns minijocs de descoberta abans d'entrar-hi i un cop se n'ha sortit.

#### 8.1.1 Nivell pre-*escape room*

El primer correspon a trobar *l'escape room* en qüestió, seguint els motius explicats en l'apartat del desenvolupament argumental. En plena alta muntanya, en mig d'una intensa tempesta de neu, el jugador haurà de trobar pistes sobre el seu amic desaparegut. Les pistes el guiaran cap a una cova on es troba la sala. La tempesta de neu, sumada a la mala visibilitat que provoca, desorienta el jugador, dificultant la descoberta de pistes.

Passat un temps determinat a l'exterior, el jugador comença a morir congelat. Va perdent la vista i la seva mobilitat es va reduint. Passat una mica més de temps, el jugador és incapaç de moure's i cau al terra inconscient. La partida finalitza, es torna al menú inicial del joc i es perd tot el progrés de la partida.

Si el jugador aconsegueix entrar a la sala, el temps per morir congelat es reinicia.

#### 8.1.2 Nivell post-*escape room*

Un cop s'ha aconseguit sortir de la sala, el jugador haurà de trobar l'altre edifici, seguint les indicacions del mapa situat al segon pis de l'edifici de *l'escape room*. S'haurà hagut de memoritzar el camí a seguir tenint en compte el traçat de la muntanya. Un cop s'hagi arribat al lloc indicat, podrà entrar-hi amb la clau obtinguda durant la partida.

Com en cas anterior, s'ha de trobar l'objectiu abans que el protagonista mori congelat. En cas contrari, tota l'aventura no haurà servit de res.

Aquests nivells no s'inclouran a les versions per a dispositius mòbils, donada la gran càrrega gràfica que tenen, els recursos addicionals que requereixen i la dificultat de plantejar la seva adaptació.

### 8.2 Disseny de proves i enigmes

Tal com s'ha comentat en apartats anteriors: el disseny dels enigmes ha de ser intuïtiu i s'han de poder resoldre utilitzant la lògica. D'aquesta manera, s'ha creat proves que s'han

de resoldre amb les pistes que es troben dins de la sala. No requereixen cap coneixement previ. Tampoc s'avalua la destresa jugant a videojocs, capacitat de reacció o velocitat d'execució.

La relació entre les pistes i els enigmes varia una mica segons el nivell de dificultat seleccionada per aquella partida.

- En la més fàcil gairebé només es tracten elements numèrics.
- En la dificultat normal s'han de tindre en compte també relacions entre formes, figures, colors i il·luminació.
- En la dificultat extrema, a part de tot el mencionat anteriorment, i ser en general més complexos, també entren en joc elements abstractes (com per exemple la simetria i la disposició d'alguns objectes).

### 8.3 Dificultat de les proves

Inicialment totes les proves s'han dissenyat per la màxima dificultat. Un cop implementades totes, s'ha disminuït la complexitat d'aquestes per la resta de dificultats.

Les proves han sigut classificades en quatre nivells de dificultat. Les dificultats que oferirà el joc abans jugar una partida, restringeixen la dificultat dels enigmes que apareixen durant aquest.

- Molt fàcil: les més senzilles i que es poden resoldre fent una observació ràpida als elements que la componen.
- Fàcil: requereix prestar atenció als elements numèrics i establir una relació entre ells. La dificultat de nivell “fàcil” inclou tant aquestes proves com les anteriors.
- Normal: els elements que ajuden a la resolució de les proves són poc obvis, requereixen ser trobats o ordenats. En alguns casos requereixen operacions matemàtiques (sempre resolubles amb calcul mental). S'inclouen a partir de la dificultat de nivell “normal”.
- Difícil: són reptes que posen a prova la capacitat d'observació i de relació dels jugadors, així com el seu enginy. A part d'incloure elements de les altres dificultats, cal entendre missatges subliminars, conceptes abstractes i les normes que imperen a la sala. Aquestes proves només estan disponibles a la dificultat de nivell “extrema”.

### 8.4 Proves

A continuació es comentaran les proves i enigmes que s'han de superar per completar el joc. Estan ordenades segons un possible ordre de resolució.

#### 8.4.1 Combinació del zodíac

És un enigma de dificultat fàcil en el que s'ha de desbloquejar un cadenat que tanca un armari. El cadenat és de tipus de combinació giratòria i la solució està composta per quatre dígits, coincidint amb el nombre de dibuixos que es troben a prop de l'armari (tres estan just davant i l'altre dins seu). A cada dibuix s'hi representa un signe del zodíac. La resolució es basa en relacionar l'únic element que tenen en comú, el nombre d'extremitats de les figures, i introduir cada un com a dígit de la solució.

Un dels dibuixos no es troba a terra juntament amb la resta; es troba dins de l'armari. Es pot veure gràcies a uns panells mòbils de l'armari. El fet de saber que hi ha uns panells que es poden moure i mirar a través d'ells, és de gran importància de cara la següent prova.

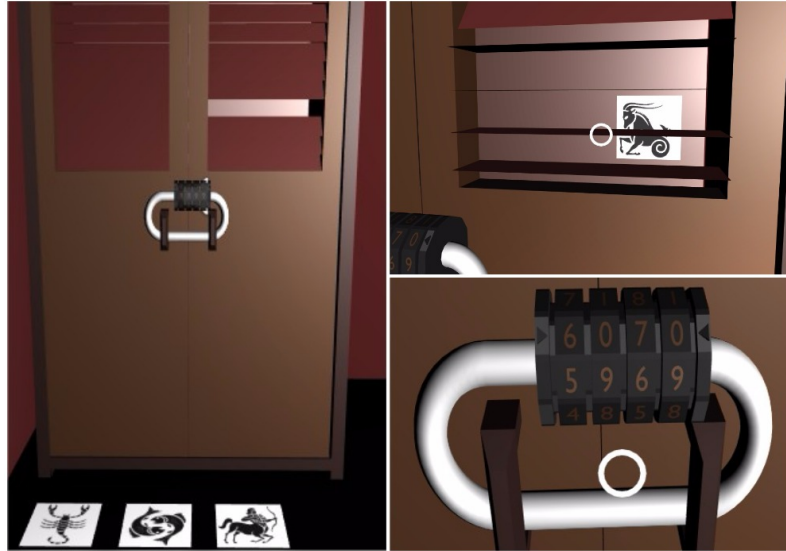


Figura 6: Elements que componen la prova.

Quan es soluciona la combinació, el cademat s'obre, cau i permet que s'obrin les portes de l'armari. Dins l'armari no hi ha res. Desbloquejar-lo serveix per poder solucionar la següent prova. No hi ha un nombre d'intents limitat ni penalitzacions per fallar la combinació.

#### 8.4.2 Combinació làser

Conjunt de proves que en total componen un repte de la màxima dificultat. Serveix per desbloquejar la porta que du a les escales per poder accedir al segon pis. Consisteix en memoritzar la interacció amb una seqüència de botons i repetir-la en el mateix ordre. La seqüència la mostra el làser de la càmera de videovigilància que es troba a la sala principal. Per poder veure la seqüència s'han de donar una sèrie de situacions.

- Inicialment els botons no es poden veure. Únicament es poden veure amb les llums apagades i il·luminant la zona amb una altra llum. Així doncs el primer pas consisteix en descobrir la mateixa existència d'aquests botons (o de la prova en si).
- El jugador ha d'estar assabentat que la porta que s'intenta obrir està videovigilada (hi ha una icona que ho indica). De manera que quan intenta interaccionar amb el mànec de la porta, no només no s'obra, si no que des d'aquell moment la càmera el seguirà. A més a més, s'activarà el làser de llum del què disposa per tal d'indicar més clarament al jugador que està sent vigilat. El fet que la càmera, amb el seu làser i la seva llanterna, segueixi al jugador tota l'estona pot ser molest. Així que en qualsevol moment es pot interactuar amb la càmera perquè deixi de fixar-se amb el jugador.
- El punter làser té la mateixa mida que els botons que s'ha de clicar. El jugador ha de relacionar que el làser té alguna cosa a veure amb els botons. També, el fet que la càmera tingui una llanterna incorporada que il·lumina el que està vigilant, dóna pistes de que serà útil per poder mostrar els botons a la foscor.

- L'única manera que hi ha perquè es mostri la seqüència es fer que el làser estigui actiu a la vegada que deixi de seguir al jugador. Així que, tenint present que en la prova anterior s'ha desbloquejat un armari considerablement gran, el jugador s'hi ha de posar dins i tancar les portes per amagar-se. Al no veure el jugador, la càmera activa la rutina que reproduceix la combinació amb el làser.
- El jugador ha d'observar la seqüència a través dels panells mòbils descoberts a la prova anterior i memoritzar la seqüència de botons pels quals passa i quantes vegades s'obre i s'apaga (donant a entendre el nombre de clics en cada botó). Un cop memoritzada la seqüència del làser, únicament cal introduir-la. Al sortir de l'armari, la càmera es tornarà a fixar amb el jugador. Amb les llums apagades, servint-se de la llum de la llanterna de la càmera, s'ha de reproduir la mateixa seqüència que el làser.



Figura 7: Passos a seguir per resoldre la prova (d'esquerra a dreta, de dalt a baix). Cridar l'atenció de la càmera, desbloquejar els panells mòbils l'armari, abaixar la caixa de vidre que impedeix la visió, tancar la llum, amagar-se dins l'armari, observar la combinació i introduir-la.

En completar la prova es sentirà la porta desbloquejant-se. No té intents limitats ni penalitzacions per fallar la combinació. La combinació es pot esborrar i tornar a començar amb un botó que està al costat de la resta.

### 8.4.3 Puzle simètric

És un cademat de combinació giratòria amb números pintats de tres colors diferents. Aquest disposa d'una solució de sis dígits i la seva resolució està dividida en tres parts de diferents nivells de dificultat.

- Dígits 1 i 2: són els més fàcils d'aconseguir. Hi ha una quadrícula amb números penjada a la paret. Aquesta té una fila que està entre dues peces daurades. Sobre la taula del mig de la sala hi ha dues barres amb forats, una daurada (amb dos forats) i una vermella (amb un forat). El jugador ha de relacionar que la barra daurada encaixa perfectament amb les peces daurades de la quadrícula, de manera



que, agafant la barra i posant-la entre aquestes, pot veure dos números entre els forats. Aquests números són els que s'han d'introduir als dos primers dígit de la contrasenya, que també són de color daurat.

- Dígit 3: suposa un repte de dificultat normal. Aquesta vegada s'agafa la barra de color vermell, que únicament té un forat. Al costat d'aquest es troben operacions matemàtiques senzilles (sumes i restes), que operen amb unes fletxes i el resultat apunta al forat. El jugador ha de deduir que s'ha d'agafar la barra vermella i com en cas anterior utilitzar la quadrícula. En aquest cas s'ha de fixar què les fletxes indiquen que s'ha d'operar amb el número que s'està assenyalant i que el resultat de l'operació és el número que es veu a través del forat. El jugador ha de trobar el número que coincideixi amb el resultat de les operacions i introduir-lo al tercer dígit, que té el mateix color el filtre.
- Dígits 4, 5 i 6: aquesta prova està dins del grup de proves de dificultat màxima. No és per la seva complexitat, sinó perquè canvia la manera de trobar la solució, respecte els dos casos anteriors. Aquests dígit tenen el mateix color que el marc dels quadres que hi ha a ambdues bandes del cilindre de la combinació. Amb aquesta disposició dels elements, juntament amb el fet que el quadre es compon de dues meitats, es pretén transmetre la idea de simetria. D'aquesta manera el jugador ha d'entendre que la part de la contrasenya que ha obtingut a les dues fases anteriors, l'ha de replicar als dígit restants, de manera invertida.



Figura 8: Ús de les barres corresponents a les dues primeres parts de la prova, a dalt. Plantejament de l'última part de la prova, a baix.

#### 8.4.4 Cadenats amb formes

En superar la prova anterior s'aconsegueixen quatre claus. El jugador únicament ha de relacionar que les figures que tenen les claus a la punta amb les que tenen els cadenats. Cada cadenat desbloqueja una caixa. Hi ha tres caixes al primer pis i una al segon. La més important és la que té el cadenat amb el símbol d'una creu, on es troba la llanterna. A la resta s'hi troben fragments de combinacions horàries (explicades més endavant).



Figura 9: Caixes amb cadenats amb diferents formes. S'està subjectant la clau i s'ha d'escollir on utilitzar-la.

#### 8.4.5 Números en la foscor

Per poder començar aquesta prova s'han d'haver completat la resta de proves que estan disponibles en el primer pis en aquell moment. Més concretament es necessita que la porta de les escales estigui desbloquejada (s'aconsegueix superant la combinació làser) i obtenir la llanterna (aconseguida dins una caixa de la prova anterior).

Per desbloquejar la porta del segon pis, s'ha d'introduir una contrasenya de la qual no se'n sap la longitud. El jugador ha d'investigar per les escales i el passadís completament a les fosques amb l'ajuda de la llanterna. Ha de buscar els cinc números que hi han amagats i deduir-ne l'ordre. Cal tindre en compte que del primer número que es troba (tot just en obrir la porta del primer pis) en surt una fletxa que apunta cap a dalt. Això s'ha de relacionar amb què els números estan situats a diferents alçades. El jugador s'ha d'adonar que l'ordre en què s'han d'introduir els números té a veure amb l'alçada, començant pel que està situat més baix.

El fet de descobrir l'ordre en si és força senzill. La complicació d'aquesta prova es troba en no saber la longitud de la solució, així que s'ha d'estar completament segur d'haver trobat tots els números abans de provar de resoldre-la. A això se li ha de sumar que el nombre d'intents està limitat i si s'exhaureixen, s'han de recuperar a canvi d'una quantitat de temps determinada.

#### 8.4.6 Destrucció del sistema de vigilància

Una prova de dificultat normal, situada en el segon pis, en la que s'ha d'introduir la combinació correcta en un cadenat giratori. Primerament s'ha d'obrir la pantalla. En fer-ho es descobreix que està connectada a la càmera del primer pis. A part de permetre veure els elements de la sala, s'hi poden distingir unes marques estranyes (la idea que la lent de la càmera està polaritzada serà útil més endavant). Aquestes mateixes marques es poden trobar al cadenat giratori. Tant al costat d'aquest com a sobre de la pantalla s'hi troben unes fletxes que indiquen una direcció. Aquesta s'ha de tindre en compte en l'ordre d'introducció de les marques, tenint present la seva disposició a la sala.

El jugador senzillament s'ha de fixar en les marques que veu per la sala i anar-les in-

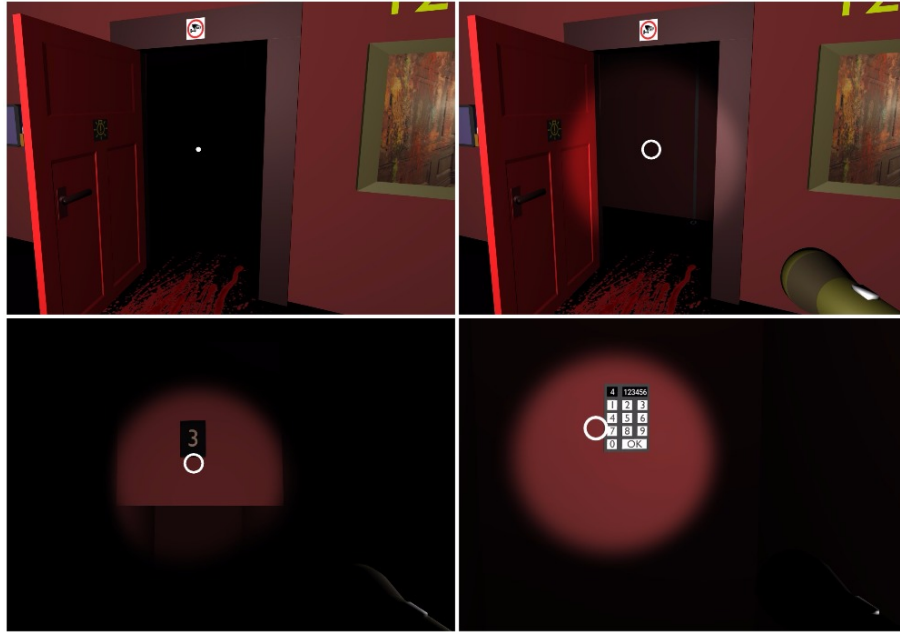


Figura 10: Exemple d'ús de la llanterna per il·luminar el passadís fosc, buscar els números i introduir-los al panell de combinacions.

troduint en l'ordre correcte. Una dificultat afegida és que la càmera s'està movent i pot desorientar.



Figura 11: Disseny de la prova.

Un cop es supera la prova, s'activa el subministrament d'energia addicional de la càmera (mentre ja està alimentada per el corrent de la sala), de manera que es sobrecarrega, es malmet i cau a terra. La càmera malmesa serà necessària per l'última prova. A més a més, es desbloqueja la tapa que impedia interaccionar amb el botó que obre la llum de les escales.

#### 8.4.7 Caixa de vidre

Són un conjunt de proves que suposen un repte de dificultat normal. Consisteix en dos cadenats que es poden obrir amb claus, com la resta, i un nou tipus d'enigma. Aquests s'encarreguen de protegir la caixa on hi ha el botó per poder girar la sala, imprescindible per completar el joc.

L'element nou consisteix en una sèrie de set barres de ferro que bloquegen la caixa. Davant de les barres hi ha sis botons que les controlen. Cada botó inverteix l'estat d'algunes barres (bloquejant la caixa o no). Per resoldre aquesta prova s'han de posar les set barres en una posició que no s'impedeixi que la caixa pugui ser oberta. La dificultat està en què cada botó controla dues o tres barres, de manera que al desbloquejar una barra, pot ser que se'n bloquegi una altra.

La clau del cadenat amb el dibuix de la Lluna es troba dins de passadís. La primera vegada que s'hi entra no es pot recollir, ja que s'està sostenint la llanterna i al deixar-la anar per agafar la clau, el jugador es perdria en la foscor. Igualment, per evitar situacions inesperades, té desactivat el component que la permet agafar, mentre el passadís roman fosc. De manera que el jugador haurà d'esperar a poder obrir el llum de les escales, a la sala del segon pis (un cop superada la prova anterior), per tal de poder recollir aquesta clau.

La clau amb el dibuix del Sol (igual que la de la Lluna) únicament és accessible un cop superada la prova mencionada a la secció anterior. Es troba dins d'una caixa amb el cadenat amb el dibuix del triangle. Només cal utilitzar la clau amb forma de triangle, aconseguida a la prova del puzzle simètric. Abans però s'han d'haver obert les llums del passadís, ja que en cas contrari, el jugador es podria perdre.

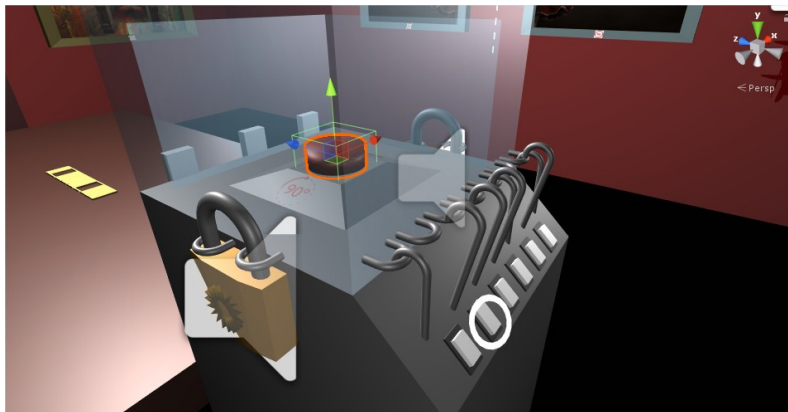


Figura 12: Prova de la Caixa de vidre durant una partida, amb algunes barres mogudes.

#### 8.4.8 Números escrits amb sang

L'última prova és un conjunt de reptes que combinats formen part de la categoria de màxima dificultat. Superar-la permet poder obrir l'última porta i completar el joc. Per poder fer-la es necessita haver girat la sala noranta graus en el sentit de la porta de sortida (la que inicialment es troba al sostre) per poder interactuar amb el panell de la combinació. A més a més, s'ha d'haver "destruït" el sistema de seguretat per poder equipar la videocàmera. La resolució implica entendre que els gargots escrits amb "sang" de la primera sala contenen la combinació de la solució. Per poder distingir algun número però, s'ha de mirar el dibuix a través de la càmera de seguretat, que disposa d'una lent

polaritzada que filtra certes imatges. D'aquesta manera, queden al descobert tres files de números, amb dos números al costat de cada una, un acompanyat d'un signe de correctesa i l'altre indicant error.

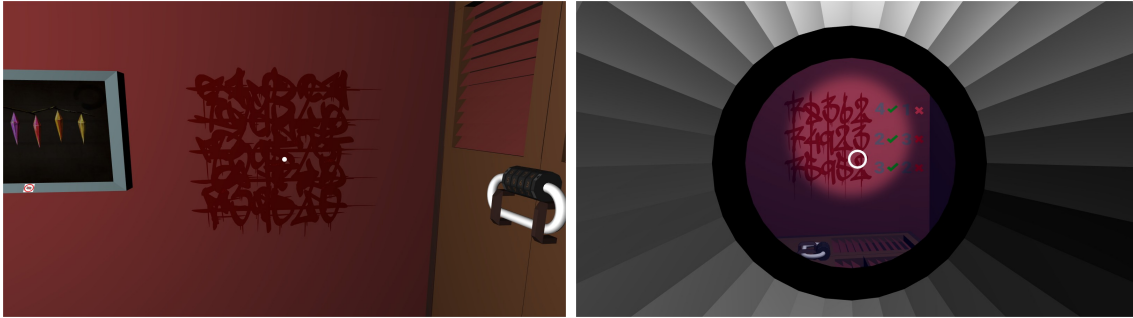


Figura 13: Els números visualment encriptats a l'esquerra. Desencriptats a través de la càmera de videovigilància i amb la sala girada, a la dreta.

El jugador ha d'arribar la conclusió que aquests números indiquen la quantitat de números correctes i la quantitat d'incorrectes de cada fila que formaran part de la solució final. D'aquesta manera ha de relacionar les tres files per tal d'esbrinar la combinació. Inicialment no es sap la longitud de la combinació i el panell disposa d'un nombre d'intents limitats. Si s'exhaureixen, es poden recarregar invertint una quantitat determinada de temps.

#### 8.4.9 Combinacions horàries

Són proves opcionals que es troben durant la partida i que no són obligatòries per superar el joc, però sí que són de gran ajuda. Consisteixen en codis "amagats" per les sales, els quals representen hores i minuts que es poden introduir en un rellotge, per tal de guanyar certa quantitat de temps.

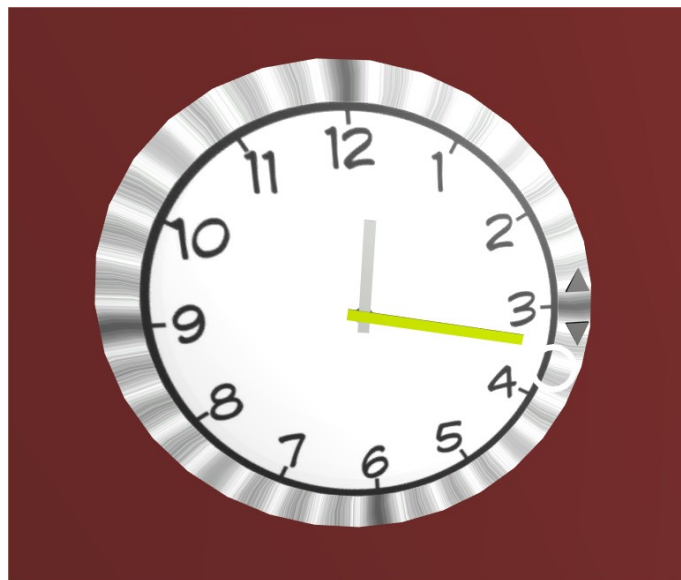


Figura 14: Exemple d'introducció d'una combinació horària.

A mesura que es van descobrint aquests, cada vegada són menys obvis i/o estan més amagats. A més a més, cada vegada que es resol un, la quantitat de temps guanyat disminuirà. D'aquesta manera es compensa en certa mesura la corba d'aprenentatge mencionada a l'apartat de les normes del joc.

## 8.5 Ordre de resolució

A l'apartat anterior s'ha descrit un ordre de resolució de les proves. Tot i així no és l'únic vàlid. Des del principi es poden accedir a cinc proves diferents. Es pot començar el joc pels primers díigits del puzzle simètric o la combinació del zodíac. També estan disponibles dues combinacions horàries per guanyar temps extra.

Un cop resolta la combinació del zodíac, es desbloqueja l'armari, que és un element indispensable per resoldre la combinació làser. Superar la combinació làser, desbloqueja la porta de les escales que duen al segon pis. Abans d'anar-hi però, s'ha de solucionar el puzzle simètric que permet obtenir la clau que desbloqueja la caixa que conté la llanterna (necessària per poder completar la prova dels “números en la foscor”). Per poder accedir al segon pis, s'han d'haver resolt totes les proves que estan disponibles fins a aquell moment al primer pis i solucionar la prova dels “números en la foscor”.

Al segon pis només s'hi troba la prova de destrucció del sistema de vigilància i la clau necessària per entrar al següent edifici, un cop s'hagi sortit d'aquest. Quan s'ha superat, es desbloqueja la protecció de l'interruptor de la llum de passadís. Amb la llum oberta, es pot anar a recollir la clau del triangle al primer pis. Utilitzant aquesta clau, s'obre la caixa on hi ha la clau amb el dibuix del Sol. Aquesta clau s'introdueix al cademat que tanca la caixa de vidre del primer pis. També és necessària la clau amb el dibuix de la Lluna, situada al passadís, que és accessible un cop obertes les llums.

Amb els cadenats desbloquejats, només cal situar en la posició correcta les barres de ferro de la caixa. Un cop oberta es pot girar la sala noranta graus. Amb la càmera aconseguida en sabotejar el sistema de vigilància, s'esbrina la combinació de l'última prova. Amb sala rotada es pot accedir al panell per introduir-la. Un cop es supera, es pot sortir a l'exterior i s'ha d'arribar al següent edifici.

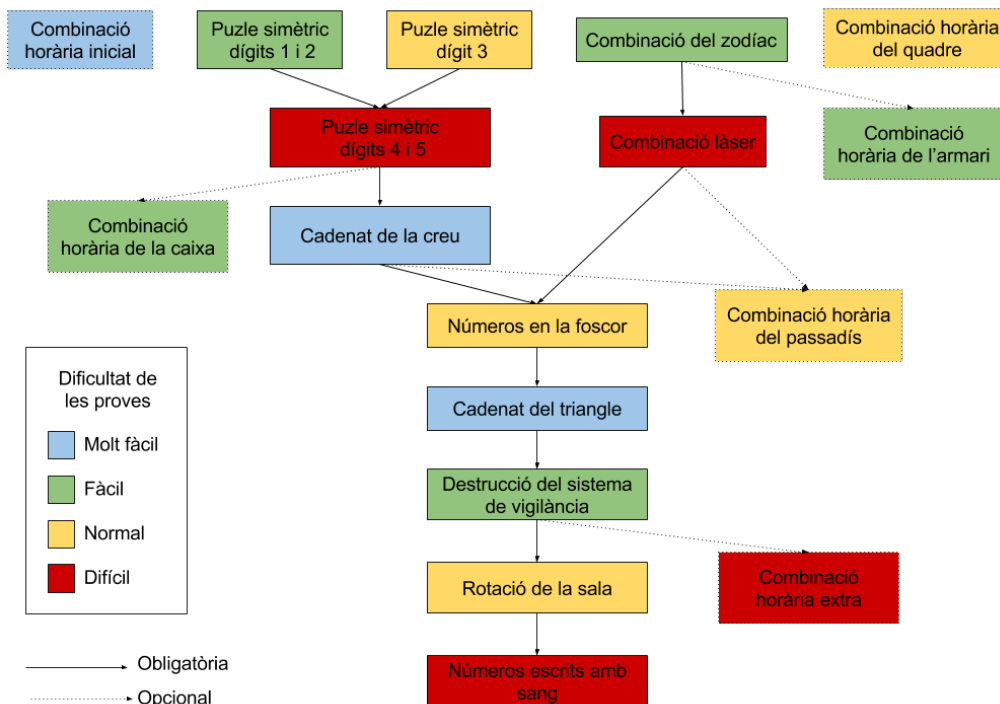


Figura 15: Diagrama amb l'ordre de la resolució dels enigmes i les seves dependències.



## 9 Disseny gràfic i art

Pel que fa a l'apartat estètic, primer de tot cal remarcar que està limitat per les meves habilitats com artista. No sóc un dissenyador gràfic, sóc un enginyer informàtic.

### 9.1 Exterior

La situació geogràfica del lloc on es desenvolupa el joc és una muntanya on hi ha una tempesta de neu. Això és així tant per conveniència del guió com per les meves limitacions artístiques.

Tota la superfície “navegable” està feta amb l'editor de terrenys de l'Unity. Se li han afegit deformacions a l'atzar per simular la irregularitat del traçat d'una muntanya.

La tempesta de neu és un efecte digital que consisteix en un emissor de partícules que cobreix tota l'àrea de joc. Cada partícula té una textura de vàries volves de neu i s'emeten en direccions aleatòries. Pels crear els núvols de la tempesta s'ha fet servir una tècnica semblant. A més a més, ambdós components tenen en compte la direcció d'un “vent” configurat amb el mateix Unity. D'aquesta manera es crea la sensació que s'està en mig d'una tempesta.

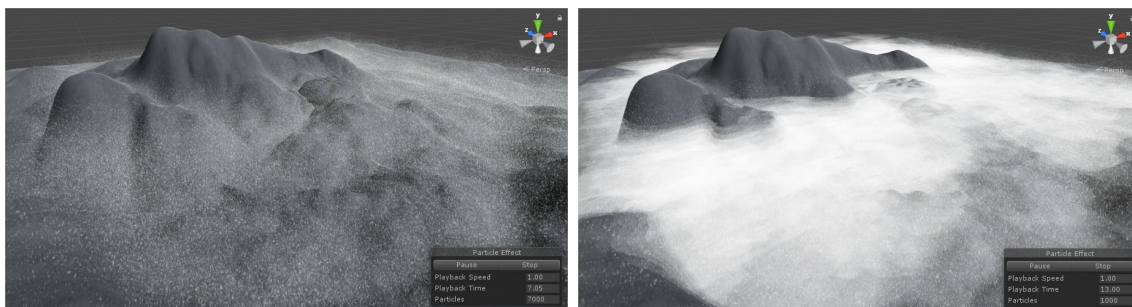


Figura 16: Efecte de la neu de la tempesta, a l'esquerra; afegint l'efecte dels núvols, a la dreta.

Per afegir realisme, la vista del jugador estarà emboirada. Seria més lògic que la boira estigues a l'entorn, però no s'ha fet per una raó d'eficiència. Addicionalment, se l'hi ha posat un efecte de so de tempesta de neu que ajuda en la immersió.

Quan el jugador passa massa estona a l'exterior, començarà a morir de fred. Això es notarà perquè l'emboirament de la vista augmentarà graduadament, a la vegada que perd velocitat de moviment.

L'edifici que conte les sales amb les proves es troba l'interior d'una cova completament fosca, del qual únicament se n'il·lumina la porta d'entrada. La raó principal d'aquesta decisió és que no interessa que el jugador pugui conèixer la mida de l'edifici i pugui suposar la quantitat de sales i/o la disposició d'aquestes. A més a més, crea expectativa i tensió. Una altra raó, es que no calgui haver de fer un disseny realista de l'exterior de l'edifici, quan l'interior no ho és.

L'editor de terreny de l'Unity no permet crear coves o túnels. Així que la cova on es troben les sales de les proves s'ha creat afegint un “sostre” que s'adapta a una zona desnivellada del terreny, que té la mateixa textura. D'aquesta manera s'evita que la llum exterior il·lumini l'edifici.

## 9.2 Interior

### 9.2.1 Disseny físic i distribució de l'espai

La mida de la sala principal està inspirada en el que seria un menjador d'una casa normal i la del pis superior, com si fos un dormitori. Així que per aconseguir les mides exactes es van mesurar alguns menjadors i alguns dormitoris reals. Per l'alçada s'ha tingut en compte que el protagonista de la història és un home europeu d'alçada mitjana (sobre 1,70 metres). El sostres, les portes i l'alçada dels objectes s'ha regulat en funció de l'alçada del personatge.

Per ajudar al desconcert, tot just a l'entrar, es pot observar que la sortida es troba al sostre. Aquesta decisió té a veure amb el desenvolupament de les proves, però també crea un efecte estètic irracional.

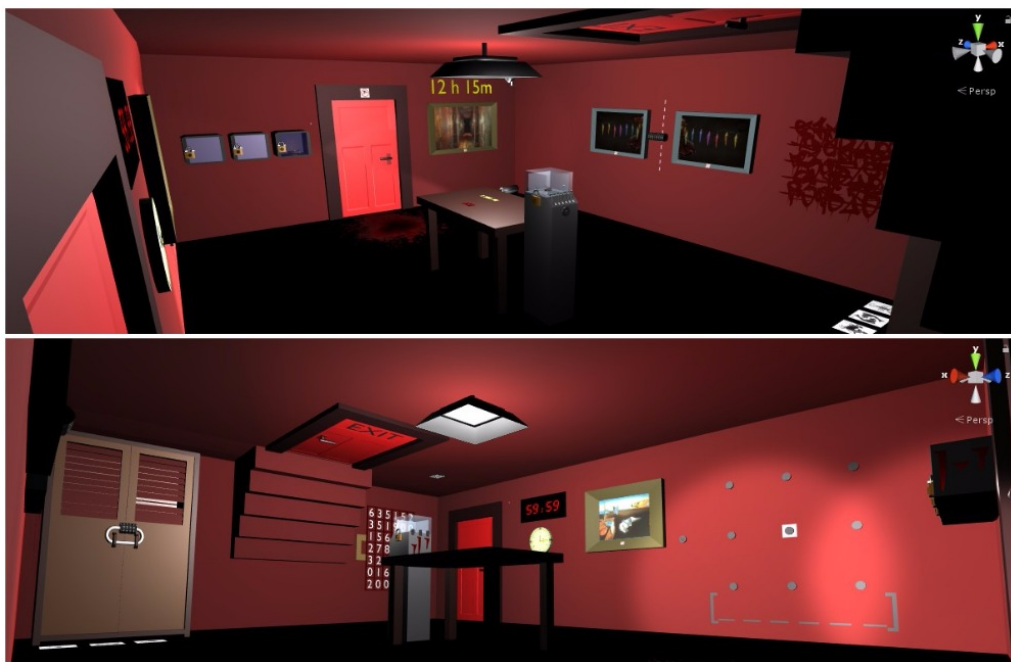


Figura 17: Dues perspectives de la sala principal que mostren el seu disseny.

### 9.2.2 Cromàtica

El disseny de l'interior suposa un gran contrast respecte l'exterior. Abunden els colors càlids, de manera que en un primer moment el jugador pot pensar que ha fet bé a l'entrar allí per resguardar-se de la tempesta.

Les parets de la sala són completament vermelles, ja que a part de transmetre calidesa, està demostrat que és un color que, en abundància, provoca nerviosisme.

La resta de colors (en general) són derivats del vermell granat i escales de grisos.

El terra és completament negre i no s'hi reflecteix cap llum. Inicialment no era així, però durant la implementació del joc, s'ha vist necessari, ja que hi ha molts objectes que es deixaran a terra i el poc contrast que hi havia dificultava trobar-los. Amb aquest nou color del terra es fa molt fàcil trobar tot el que està a terra i no depèn de cap angle de visió o reflexió de la llum.



### 9.2.3 Decoració

Els objectes que es troben en cada sala no tenen cap mena de lògica. Es poden exceptuar els quadres, que en un principi tenen una funció estètica. Però per la resta són objectes col·locats únicament pensant amb el funcionament de les proves i distribuïts d'una manera, més o menys, compensada.

En aquest tipus de jocs no es busca la coherència en les sales, s'han dissenyat per ser escenari del desenvolupament d'una sèrie d'activitats.

### 9.2.4 Enllumenat

Les llums han estat els elements que han donat més problemes. Al món real, si una llum il·lumina una sala, la llum no arriba a les altres, ja que no travessa les parets. Les llums del Unity funcionen de manera diferent. Il·luminen tot el que està dins del seu abast i forma part d'alguna de les capes que té assignades. Així que per fer la prova dels Números en la foscor, s'ha donat el problema que la llum de la sala contigua, arribava al passadís. S'ha donat el mateix amb la sala del segon pis, o amb la càmera de seguretat, que seguia il·luminant el jugador dins del passadís.

Per solucionar aquests problemes es va haver de redissenyar tota la sala i dividir-la en tres zones: sala principal, passadís i sala del segon pis. Un cop separada cada secció, se'ls hi ha assignat una capa concreta. Tot seguit s'han configurat les llums de cada zona perquè únicament afecti on es troba.

Els objectes que pertanyen a una sala concreta i que no es mouen no representen cap problema, a diferència dels que es poden moure entre les sales. Així que s'ha creat una capa addicional per aquests tipus d'objectes, que serà considerada per les llums de tota la instal·lació.

S'ha buscat restringir el nombre de capes a les quals afecta cada llum en mesura del possible, per tal d'evitar futurs problemes. L'única llum que afecta totes les capes és la de la llanterna.

### 9.2.5 Entorn opressiu

S'ha mirat de donar-li una estètica inspirada en l'estil *horror house* per afegir tensió a l'escena. A part la incomoditat del ja mencionat color granat de les parets, es pretén reforçar l'efecte amb certs elements de la sala. Un exemple en són els gargots escrits amb sang o el gran rastre de sang davant de la porta d'accés a les escales. El rastre comença just davant de la porta i segueix per sota la porta, deixant a la imaginació el que ha pogut passar allí. Aquest fet no només genera una sensació de perill des del començament, sinó que en el moment que es pugui passar per aquella porta, el jugador vacil·larà davant la inseguretat, amb l'agreuja que el passadís és completament fosc.

El passadís i les escales en un principi van ser dissenyats únicament per la seva funció opressiva, però s'han pogut adaptar per ser escenari d'una prova. Aquesta zona és completament fosca i no reacciona a cap altra llum que no sigui de la llanterna. Així que l'única opció és obrir-se camí amb la llanterna. Aquesta té un angle d'il·luminació força limitat i no és efectiva a certa distància.

Pel disseny d'aquesta àrea s'han tingut en compte els elements característics del videojoc de terror. Poden ser tals com la ja mencionada il·luminació reduïda, espais estrets i poc

maniobrables, angles morts i disseny irracional.

Abans d'entrar-hi s'adverteix al jugador que no hi entri sense llum. No dur la llanterna suposa temeritat que s'acaba pagant amb la desorientació i suposa, en el millor dels casos, una pèrdua de temps important.

## 10 Sistema d'interacció

La càmera principal (el que veu el jugador) disposa d'una línia d'informació abstracta (RayCast) que es projecta cap endavant. Retorna informació sobre dels objectes que ofereixen algun tipus d'interacció. Els objectes amb els quals es pot interactuar disposen de dos components que ho fan possible: el *collider* i l'*event trigger*.

- *Collider*: permet que el RayCast de la càmera hi col·lideixi, de manera que es consideri que s'hi pot interactuar. En aquest cas s'interpretarà que el jugador estarà mirant l'objecte, de manera es provocarà un estimul visual (el punter es dilata), per avisar-lo que permet alguna acció.
- *Event trigger*: cada objecte amb almenys un tipus d'interacció associada, té una llista d'accions permeses. Per cada acció permesa de l'objecte, té una instància d'una classe associada que permet invocar les seves funcions.

Les funcions descriuen els canvis d'estat que es provocaran sobre un objecte (normalment ell mateix).

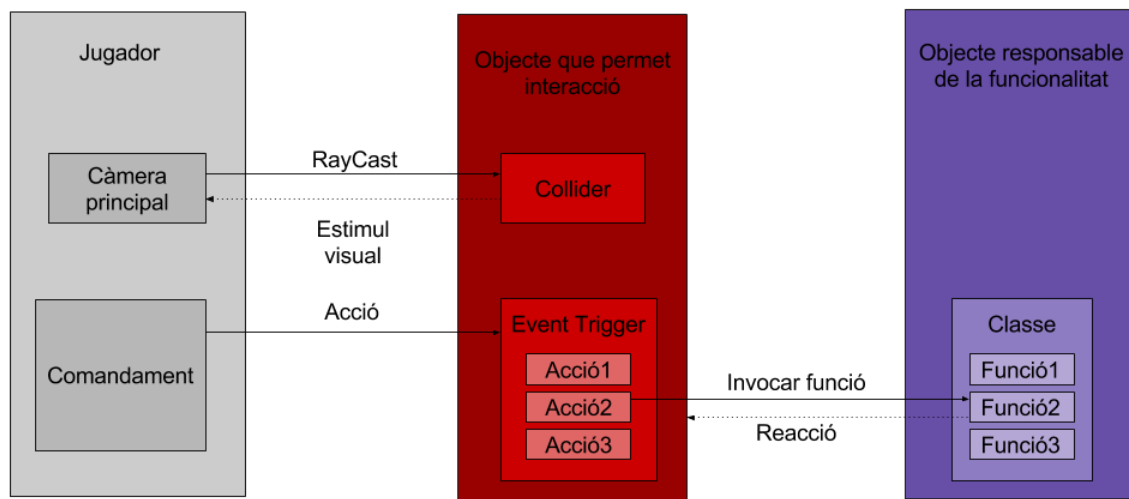


Figura 18: Diagrama del flux d'esdeveniments que es duen a terme en la interacció d'un objecte (en aquest cas, es realitza l'acció 2).

S'ha intentat simplificar al màxim la interacció, permetent que es puguin realitzar totes les accions únicament amb el clic d'un sol botó del comandament. Les accions permeses són:

- Clicar: representat per un clic del botó.
- Mantenir premut: aguantar premut el botó.
- Arrossegat: mentre es manté premut el botó, el jugador es mou per l'entorn o gira el cap.

- Acció de prémer: detecta quan es comença a clicar el botó.
- Acció de deixar de prémer: detecta quan es deixa de prémer.
- Mirar: no es toca el botó, únicament es contempla l'objecte.

La gran majoria dels objectes de la sala només permeten una d'aquestes accions esmentades. Sempre s'escull la que té més sentit per cada objecte, coincidint amb l'ús que se'n faria a la realitat. Un cop l'usuari decideix interactuar amb l'objecte, invoca l'acció corresponent. Aquest disposa d'una llista d'accions permeses de manera que n'hi haurà moltes que no oferiran cap resultat. A més a més, només es permet la interacció amb un objecte a la vegada (excepte en el cas de mirar).



Figura 19: Exemple d'interacció amb un interruptor. El jugador s'atansa a l'objecte, veu que permet interacció i l'acciona (clica, en aquest cas) per apagar la llum.

## 11 Programació

En aquest apartat es comentarà tot el referent a la programació del joc, els scripts més importants i rellevants, així com les respectives explicacions sobre les decisions.

### 11.1 Combination Key

Les combinacions són l'element més abundant en tot el joc. Serveixen per controlar la majoria de proves. Ha de permetre interacció (afegir número, moure objectes, etc) i avaluar si s'ha realitzat correctament, acord a la resolució de la prova determinada. Com que totes tenen un funcionament semblant, s'han posat tots els elements comuns en una classe abstracta, `CombinatioKey`. Aquesta classe l'estendran la resta de classes de combinacions concretes. Disposa dels següents atributs.

- `solution`: conjunt de valors que formen part de la solució. En la majoria de casos només hi haurà una única solució possible.
- `numberOfSolutionsRemaining`: nombre de solucions encara no introduïdes.
- `combination`: combinació creada pel jugador per a un objecte determinat durant la partida. El jugador la va modificant a mesura que resol l'enigma (en la majoria de casos s'afegeixen els números que introdueix el jugador).
- `solved`: booleà que indica si s'ha solucionat la prova.
- `unlockableObject`: objecte que es desbloquejarà quan es solucioni la prova.
- `soundEffect`: efecte de so que es reproduïx quan es soluciona la prova. Totes les proves tenen algun efecte de so que indiquen que s'han superat. Ajuda al jugador a adonar-se que la combinació introduïda és correcta.

El mètode més important d'aquesta classe és el *CheckCombination*. Comprova que una combinació introduïda pel jugador forma part del conjunt de solucions. En cas afirmatiu substitueix la solució concreta del conjunt per una impossible d'introduït (per garantir que no torna a executar-se l'esdeveniment de completar la prova). A continuació crida un mètode abstracte *UnlockEvent*, que cada classe de combinacions concretes haurà d'implementar per desbloquejar l'objecte que protegeixen. Si la combinació introduïda no és correcta, invoca un mètode abstracte de penalització. Addicionalment aquesta classe té un altre mètode abstracte que obliga a implementar a les seves subclasses per definir l'estat inicial de la prova.

#### 11.1.1 Combination Panel

Classe utilitzada en els panells de combinacions per determinar si la contrasenya introduïda és vàlida. Disposa de mètodes públics que seran utilitzats per la interacció amb el panell.

Cada botó numèric del panell té un número assignat. *NumberClicked* és un mètode que rep aquest número i l'afegeix a la combinació.

Quan el jugador creu que té la combinació correcta prem al botó "OK". Aquest invoca el mètode que crida al mètode *CheckCombination* de la superclasse i resta un intent de nombre total d'intents. Si la quantitat d'intents restant arriba a zero, es bloquegen els botons numèrics. Seguidament, a la pantalla del panell apareix un text que dóna a entendre que es pot canviar una quantitat de temps per restaurar el nombre d'intents. Si en aquesta situació es clica "OK", s'entén que el jugador està conforme i s'executa l'operació.

Si no s'encerta la solució, es mostra una X a la pantalla que indica els intents i s'esborra la combinació provada.

#### 11.1.2 Circle combination

Controlarà la introducció de la seqüència en la prova de la Combinació Làser. És una versió simplificada de la classe anterior. Des del punt de vista del jugador, tots els cercles són absolutament iguals, només es distingeixen per la posició. Tot i així, per tal d'introduir una combinació i validar-la, cal assignar números a cada cercle. D'aquesta manera, s'utilitzarà un mètode semblant al *NumberClicked*, mencionat anteriorment, el qual rep un número i l'afegeix a la combinació. Difereix però, en què la combinació es comprovarà automàticament, quan la seva longitud creixi fins a arribar a la mateixa llargada que la que té la solució. S'ha fet així, ja que el sistema no disposa d'un botó "OK" per validar la combinació. Cada vegada que es comprova, s'esborra i permet reintroduir una altra contrasenya.

Al no disposar d'una pantalla que mostri els cercles clicats no s'és conscient del progrés d'introducció de la combinació. A més a més, si s'introdueix una combinació errònia de longitud inferior o superior, a l'intentar introduir la correcta més tard, fallarà, ja que no es correspondrà amb la mateixa longitud i no es verificarà. Per evitar qualsevol error d'aquest tipus es disposa d'un botó de reinici. Quan el jugador no estigui segur de què la resposta que ha introduït sigui correcta, pot prémer el botó per assegurar-se que no hi haurà cap conflicte. En solucionar-se es desbloqueja la porta que du al passadís. Aquesta vegada no hi ha cap penalització per fallar ni es tenen en compte els reintents.

### 11.1.3 Rotative Combination

Consisteix en un cilindre amb un nombre determinant d'anells. Cada anell té un número del zero al nou. El funcionament d'aquest dispositiu consisteix a fer girar els anells de manera que coincideixin amb la solució en la fila que s'indica.

Disposa de mètodes públics per fer girar cada anell en ambdues direccions. Cada un disposa d'una àrea que permet el clic des de la meitat d'aquest en amunt, per rotar cap dalt; i una altra de la meitat cap a baix, per girar en sentit contrari. Les dues criden el mateix mètode indicant el respectiu sentit de rotació.

En aquesta ocasió tampoc hi ha un botó que permet comprovar la solució quan es creu que es coneix la resposta. Llavors, l'única manera de comprovar si la combinació coincideix amb la solució, és fent-ho cada vegada que es mou algun anell en alguna direcció. La classe disposa d'un *array* d'enters amb la mida acord el nombre d'anells del cilindre, on es guardarà temporalment la combinació. Al fer cada moviment, s'actualitza el valor que té la posició de l'*array* que representa l'anell mogut. Seguidament es converteix la combinació temporal a cadena de caràcters i s'invoca el *CheckCombination*. Fallar la comprovació no es penalitza.

El mètode d'inicialització d'aquesta classe primerament comprova que la solució té una longitud igual al nombre d'anells del cilindre. Si es dóna que és diferent, dóna un error i no deixa iniciar el joc (sinó, aquesta prova no es podria solucionar). En cas contrari, es crea l'*array* amb la longitud igual al nombre d'anells. Per cada posició d'aquest es genera un nombre aleatori del zero al nou, es tradueix a graus de rotació i es fa girar l'anell per tal que coincideixi amb el valor que té.

El seu disseny modular permet afegir o treure anells de la combinació sense haver de reprogramar res.

### 11.1.4 Clock Combination

Té un funcionament inspirat en la classe mencionada a l'apartat anterior. S'utilitza en un rellotge que, fent girar les seves agulles, permet introduir combinacions. En aquest cas la solució serà donada per la combinació dels angles de les dues agulles, que representen una hora determinada que ha introduït el jugador.

Per tal de moure les agulles hi ha dues maneres: arrossegant l'agulla minutera o clicant uns botons de direcció que hi ha al rellotge. Arrossegar l'agulla minutera és l'opció més ràpida, però mentre es mou no s'avalua la combinació, fins que es deixa anar. D'altra manera, si s'utilitzen els botons de direcció, la combinació es compara amb la solució cada vegada, però genera una penalització d'un segon.

Aquesta decisió s'ha pres per evitar les trampes. Si es comprovés la solució per cada posició de l'agulla mentre s'arrossega, n'hi hauria prou amb fer-la girar fins a passar totes posicions del rellotge per trobar les solucions. A més a més, seria una funció amb una càrrega computacional relativament elevada. D'igual manera, els botons penalitzen per tal d'assegurar que no es produeixen les situacions anteriors. D'aquesta manera, el jugador arrossegaria l'agulla fins a la posició on es troba la solució que vol introduir i l'ajustarà amb els botons, que són més precisos.

Com s'ha mencionat, el jugador només pot moure l'agulla minutera, el que suposa que l'agulla horària es mourà en funció de la traducció dels angles desplaçats de la minutera.

En el moment d'avaluar si la combinació és correcta, els angles d'ambdues agulles es tradueix a una seqüència numèrica, corresponent a les hores indicades al rellotge. La seqüència es passa a cadena de caràcters i es comprova amb la funció de la superclasse.

En aquest joc, l'objecte que disposa de la instància d'aquesta classe s'utilitza per donar bonificacions de temps. Per fer-ho, té referenciada la instància de la classe responsable del control del temps, i afegeix el temps en forma de penalització negativa (s'aprofita la funció per restar penalitzacions, negant la penalització provoca un increment positiu).

Aquesta instància disposa de múltiples solucions. Com ja s'ha mencionat diverses vegades durant el document, cada vegada que es troba una solució, es disminueix el temps que es guanyarà resolent la següent (pels motius ja explicats). Tot i així es recompensarà el fet de trobar totes les solucions.

S'inicialitza de manera semblant a la classe anterior. Per aquest cas es genera un nombre aleatori dintre el rang dels angles i es tradueix a minuts. A continuació es fa girar les agulles per coincidir amb el valor.

#### 11.1.5 Lock

Simula la interacció entre un cadenat i la clau que l'obra. Cada objecte que disposa d'una instància d'aquesta classe, addicionalment també ha de tindre una àrea de col·lisió. Aquesta àrea abstracta detecta cada objecte que hi entra i avalua si es tracta una clau o no. Si és d'una clau, comprova que sigui la que desbloqueja aquell el cadenat. En cas afirmatiu, s'activa l'animació de desbloqueig del cadenat i es permet la interacció amb l'objecte que protegia. La comprovació es fa per nom, utilitzant el mètode *CheckCombination*, com en els casos anteriors.

#### 11.1.6 Crystal Box

És l'única classe de les mencionades fins ara que no hereta de *CombinaionKey*, però que es menciona en aquest apartat perquè té un funcionament molt semblant. Aquesta serveix per controlar la prova de la Caixa de vidre.

Té un *array* que contindrà la classe que controla el moviment, per cada una de les barres. En aquest cas s'ha utilitzat la mateixa classe que s'encarrega del control de les portes, ja que té absolutament el mateix funcionament.

Disposa d'un mètode públic que serà cridat per cada botó premut. Cada un d'aquest, al ser clicat, passarà una cadena de caràcters on figuraran les posicions de les barres a moure. Per cada posició indicada dins l'*array* de controladors de moviment, s'activa el mètode que canvia l'estat de la barra.

Un cop s'hagi aconseguit moure les barres en l'estat que no impedeix que s'obri la caixa, s'enregistra a un booleà.

Com que, com s'ha mencionat, la prova també consta de dos cadenats, s'ha creat una classe per poder comprovar que s'han completat totes les proves abans d'obrir la caixa. Aquesta és una extensió que de la classe que es veurà a continuació. En aquest cas, quan s'intenta obrir la caixa, es fa la comprovació de què s'han superat les tres proves. En cas afirmatiu, crida al mètode d'obrir la caixa; en cas contrari, no fa res.

## 11.2 Control de portes

Existeixen petites variacions segons siguin portes, portes d'armaris, de caixes, o qualsevol cosa que mogui i únicament contempli dues posicions, però totes segueixen el mateix funcionament. Cada classe disposa de dos booleans i dos animacions. A un booleà s'hi guarda la posició de la porta (oberta o tancada) i a l'altre si està bloquejada (es pot fer canviar el seu estat, o no). Les animacions obriran o tancaran la porta.

La classe disposa d'un mètode *Move* que, en cas que la porta no estigui bloquejada ni hi hagi cap animació reproduint-se, invocarà la respectiva animació, tenint en compte l'estat de la porta.

Els objectes que tenen una instància d'alguna subclasse de *CombinationKey* que protegeixen alguna porta, tindran referenciada la instància de la classe porta que protegeixen. Un cop resolt el repte que ofereixen, desbloquegen la porta canviant el booleà que representa el bloqueig.

## 11.3 Control d'interruptors

Inicialment aquesta classe es va concebre per tal de controlar els interruptors de la llum de les sales. Durant la implementació s'ha ajustat perquè també activi/desactivi altres objectes. La classe disposa de dos *arrays*, que representen dos conjunts d'objectes del joc. S'han diferenciat dos conjunts, ja que, normalment, quan s'activen alguns objectes, se'n desactiven d'altres. Per exemple, l'interruptor de la llum tanca la llum de la sala i al mateix moment activa una llum sobre ell mateix, perquè pugui ser identificable a la foscor.

La classe utilitza un mètode *Start* que, a part de definir l'estat inicial dels objectes dels conjunts, també s'aprofitarà per reaccionar a la interacció amb l'interruptor.

## 11.4 Equipament d'objectes

Una de les classes que sofert més canvis durant la implementació a causa de la dificultat del seu plantejament. Aquesta classe la faran servir tots aquells objectes que el jugador pugui agafar i moure'ls amb ell (claus, llanternes, etc).

Després de molts plantejaments frustrats, s'ha optat utilitzar una referència a una còpia de l'objecte dins la càmera principal. Així que la càmera principal disposarà d'una còpia de cada tipus d'objecte que es pot equipar, però desactivada. Tots els objectes que permeten ser "equipats", tenen una referència a la posició de la seva còpia de la càmera principal. Llavors, en el moment d'agafar un objecte, aquest es situarà just damunt de l'objecte equipat a la càmera (que està desactivat) i s'assignarà com a component de la càmera principal. D'aquesta manera, l'objecte es mourà juntament amb l'àrea de visió del jugador. Aquesta decisió suposa una reducció de cost computacional important, ja que no s'està recalculant la posició de l'objecte a cada fotograma, senzillament segueix el moviment de la càmera, per què, mentre s'estigui sostenint, en formarà part. En altres paraules, únicament es té en compte el cost de moure la càmera, que es pot desestimar, ja que serà el mateix cost que es té sense estar agafant cap objecte.

S'ha d'aguantar premut el botó per tal de sostenir l'objecte (simulant que s'està aguantant amb la mà). D'aquesta manera s'evita interaccions mentre es sosté alguna cosa i a més a més, impedeix tindre agafat més d'un objecte a la vegada. En el moment de deixar anar l'objecte, s'activa el seu component que controla la gravetat i cau a terra.

La distància dels objectes equipats i el jugador és molt reduïda. Aquesta decisió s'ha pres per evitar que un objecte equipat col·lideixi amb altres objectes i es pugui quedar fora de la sala. En el pitjor dels casos es pot moure una clau indispensable per superar el joc fora de la sala. Així que tots els objectes equipats romanen dins l'àrea de col·lisió que representa cos del jugador. D'aquesta manera s'imposen als objectes equipats exactament les mateixes limitacions que al jugador.

Alguns objectes quan s'agafen, n'han d'activar/desactivar d'altres. Per exemple, la llanterna, quan s'equipa, ha d'obrir la llum. Per això addicionalment, se'ls pot assignar un objecte per activar i un per desactivar. En el moment de deixar anar l'objecte equipat, els que s'havien activat/desactivat, tornen al seu estat original.

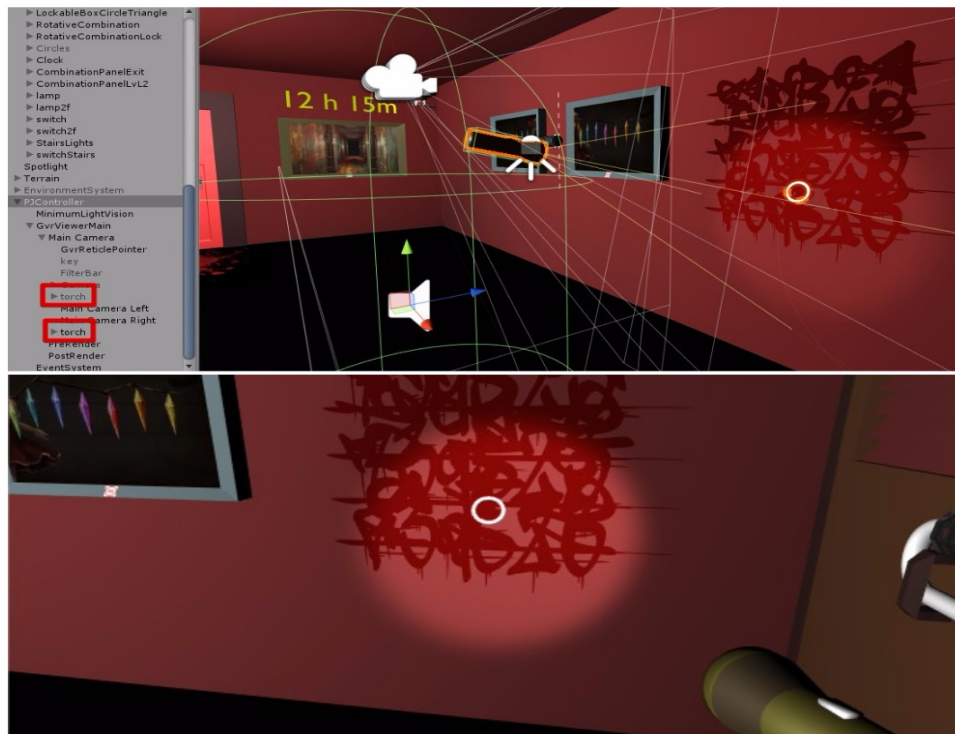


Figura 20: Al sostenir la llanterna, s'agafa com a posició de referència la còpia que té desactivada la càmera principal i està dins de l'àrea de col·lisió del cos del jugador, al mateix moment que s'emparenta amb la càmera. Addicionalment, en aquest cas, s'activa la llum principal i es desactiva la de l'interruptor. Vist des de l'editor, a dalt; des del punt de vista del jugador, a baix.

## 11.5 Control de la càmera

Totes les accions realitzades per la videocàmera de seguretat en la prova de la Combinació Làser són controlades per la classe *CameraLogic*. En ella es contemplen tots els possibles estats que es poden donar.

- Rutina de vigilància. És l'estat inicial de la càmera. Reprodueix l'animació d'anar girant sobre el seu eix per tal de cobrir tota la sala.
- Seguir al sospitós. Quan s'intenta obrir la porta que està vigilada, el seu pany invoca un mètode públic que fa que la càmera segueixi el jugador. De manera que s'atura l'animació de la rutina de vigilància, s'activa el làser per advertir al sospitós i s'inicia



el mode de seguiment. La classe disposa d'una referència a la posició del jugador. De manera que únicament ha de girar sobre el seu eix fins a encarar-s'hi.

- Mostar la seqüència. Com s'ha comentat, la combinació només mostra donades certes condicions. Partint que la càmera està seguint al jugador, s'ha de detectar quan no està dins de la seva àrea de visió. Com que en aquesta sala l'únic lloc on no és visible és dins l'armari, s'hi ha situat una àrea que detecta quan el jugador s'hi ha posat dins. Tot i així, el jugador no queda amagat només per posar-se dins l'armari. És en el moment que tanca les portes que passa a l'estat de mostrar la combinació. D'això se n'encarrega un mètode que es crida en el moment d'interaccionar amb la porta de l'armari i avalua totes les condicions. En cas afirmatiu, s'inicia la seqüència. Si mentre s'està mostrant la seqüència, el jugador obre la porta de l'armari, s'atura l'animació, ja que la càmera percep alguna presència. No és fins que el jugador surt de l'armari que el torna a seguir.

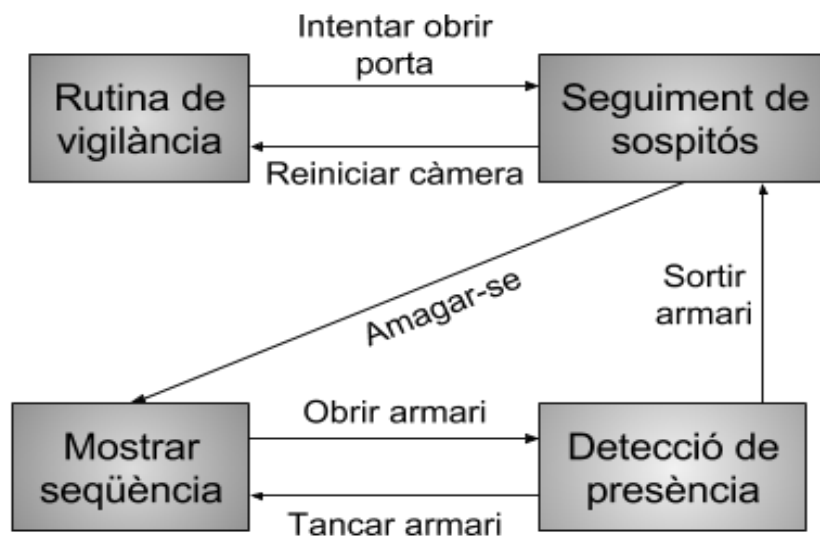


Figura 21: Diagrama d'estats on es mostren les possibles situacions de la càmera i les accions que les desencadenen.

## 11.6 Control de la tempesta

Per raons d'eficiència, la tempesta que té lloc a la muntanya durant l'esdeveniment de l'aventura es controla amb un script per tal evitar el malbaratament de recursos. Bàsicament s'ha d'evitar que segueixi funcionant un cop s'és dins de la sala. Per fer-ho, s'utilitza una àrea que detecta quan el jugador hi entra i en surt. Així que aquesta àrea es situarà dins de la sala i, un cop hi entri, aturarà els efectes visuals de la tempesta (neu, vent i boira) i reduirà el seu efecte de so, deixant-lo de fons durant tota la partida.

## 11.7 Control de la sala

És una classe que encarregada de controlar els elements principals de la partida. En el moment que s'entra a la sala, tanca la porta d'entrada i activa el temporitzador.

El temporitzador és un mètode que es crida cada segon. S'encarrega d'actualitzar al marcador del temps de la sala, transformar-lo a minuts i segons i un cop s'ha esgotat tot,

l'esdeveniment de perdre la partida. També processen les penalitzacions, si n'hi ha. Les penalitzacions es passen a través d'un mètode *setter*. Quan el temps de penalització és diferent de zero, s'aplica al temps total i es retorna la variable a zero. Les bonificacions de temps funcionen de la mateixa manera.

També gestiona les accions que no estan controlades per una classe determinada. Aquestes poden ser penalitzacions, rotar la sala i totes aquelles accions que involucren els aspectes més generals de la sala i no estan sota la responsabilitat d'una classe concreta.

## 12 Optimització del rendiment

Un cop s'han implementat la majoria *d'scripts* que controlen el funcionament del joc, s'ha realitzat un procés d'optimització per tal d'evitar malbaratar els recursos del hardware. Aquest procediment és crític per la versió del joc per a mòbils, ja que el hardware és molt menys potent que el d'un ordinador i consumeix més bateria.

### 12.1 Evitar el processament d'accions no perceptibles

Hi ha moments en què alguns elements visuals no estan a la vista del jugador, de manera que no té sentit deixant-los consumint recursos.

L'exemple més clar és el conjunt d'efectes visuals de la tempesta mentre el jugador es troba dins de la sala. No té sentit tindre'ls activats si no s'estan veient. A més a més, aquest és el component que consumeix més recursos donada la gran quantitat de partícules que s'han de processar. És importat que estigui activat el mínim temps possible. Així doncs, un cop s'entri a la sala, la tempesta es desactivarà.

Això també es pot aplicar a la càmera quan està en el mode de seguiment de sospitós. Quan el jugador surt de la sala principal, la càmera deixa de tindre'l a l'abast, de manera que es desactiva el mode de seguiment. Així de pas, deixa de consumir el cost d'actualitzar la rotació de la càmera cada vegada que el jugador es mou.

### 12.2 Ús eficient dels mètodes *update*

En l'entorn de programació del Unity, els mètodes *Update* són funcions que es criden a cada fotograma del joc. Són molt útils, però a l'estar-se cridant contínuament, generen una de les despeses de recursos més importants. Els videojocs, donat que són sistemes interactius, n'utilitzen bastants. Tot i així, se n'ha de fer un ús intel·ligent per tal d'evitar que es notin caigudes de la freqüència de fotogrames o, directament, que el sistema es col·lapsi.

En cas que ens ocupa se n'han de distingir almenys un: el control del jugador. Per tal de poder moure el personatge i interactuar a temps real amb l'entorn, es necessita actualitzar a cada fotograma. També n'hi haurà un altre encarregat d'actualitzar la posició de la càmera, quan està seguint el jugador.

Per programar la resta d'elements interactius s'ha optat per fer-ne un control basat en esdeveniments. Així, en comptes d'estar esperant una determinada acció cada fotograma, l'objecte roman passiu, a l'espera d'algun esdeveniment que provoqui alguna crida a alguna funció de la qual disposa.

A més a més, tot el referent al moviment s'ha intentat realitzar amb animacions sempre que s'ha pogut, ja que, d'aquesta manera, el moviment està predefinit i no fa falta recalcular les posicions dels objectes cada moment.

### 12.3 Prescindir de mètodes *on trigger stay*

Suposen el mateix “problema” que el mencionat anteriorment. En aquest cas, els objectes que tinguin una àrea de col·lisió (*box collider* en la majoria de casos), se'ls pot demanar que retornin informació o actuïn segons els objectes que es troben al seu interior. En el cas del mètode *OnTriggerStay* suposa que cada fotograma realitza alguna acció.

És un mètode molt útil per controlar el que passa dins d'un espai determinat, però a la vegada, suposa un consum de recursos molt alt. Per tant, s'ha adaptat el codi per funcionar únicament amb els mètodes *OnTriggerEnter* i *OnTriggerExit*. Aquests permeten realitzar accions quan s'entra o es surt de l'àrea, respectivament. Tenint això present, s'han reescrit alguns mètodes per tal de poder treballar amb aquestes dues funcions en comptes de l'*OnTriggerStay*.

### 12.4 Evitar (en mesura del possible) els *get components*

Els objectes que es troben a l'entorn de l'Unity estan compostos per components (tals com la malla de renderitzat, el control de la gravetat, etc) i classes. Per poder accedir a aquests components, resulta molt pràctic el mètode *GetComponent*. Aquest permet retornar un component determinat d'algun objecte citat. La majoria de components tenen variables amb *getters* i *setters*, així que es poden llegir i/o canviar segon convingui. És una manera molt pràctica de programar, però també suposa un consum de recursos extra que es pot mirar d'evitar, ja que s'ha de fer una cerca del component.

La solució és fer un *caching* del component. Consisteix en crear una variable pública (o serialitzada) i referenciar l'element a la classe, des del mateix entorn de l'Unity. L'element referenciat es guardarà a la variable i es podrà utilitzar com una variable normal. Això evita haver de fer una cerca pels components.

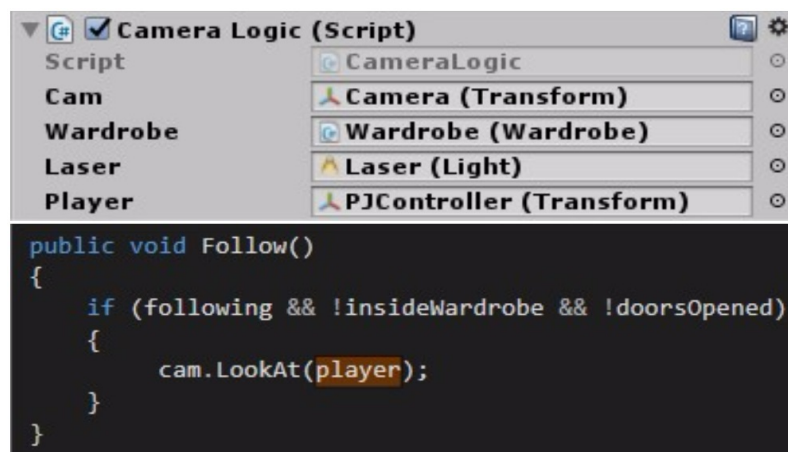


Figura 22: Exemple de *caching* de components. Els components *transform* de la càmera i del jugador es guarden a les variables assignades (a dalt) i es poden utilitzar codi (a baix). La classe *Wardrobe* i el component de llum del làser funcionen de la mateixa manera.

Hi ha situacions en què no es pot aplicar aquesta solució i és millor utilitzar el *GetComponent*. Aquests casos es donaran, en general, quan s'accedeixi al component poques vegades.

Una versió encara més costosa del *GetComponent* és el *Find*, el qual busca per tots els components de tots els objectes de l'escena. Com que és extremadament costós, gairebé no s'utilitza. En aquest joc no s'ha fet servir.

## 12.5 Concentrar els processos complexos al principi de la partida

El joc està ple d'accions i càlculs que es poden processar durant la partida. Fer-los mentre el jugador està en plena partida podria provocar alentiment i baixada de la freqüència de fotogrames.

Per tal de reduir en mesura del possible el seu processament mentre el jugador està jugant, el millor és concentrar tots els processaments que es puguin al principi de la partida. Els mètodes *Start* permeten realitzar processos en el moment de començar la partida. D'aquesta manera, s'allarga una mica el temps de carrega de la partida, però evita fer-ho mentre s'està jugant.

## 12.6 No crear ni destruir, sinó activar o desactivar

Quan es necessita un objecte determinat es sol crear; de la mateixa manera que quan no es necessita es destrueix. La instantització i la destrucció d'objectes en Unity requereix la localització de molta memòria. Aquest procés és costós i poc desitjable mentre el jugador està en plena partida. Per evitar aquests problemes, en aquest joc tots els objectes són creats al principi de la partida i es desactiven els que de moment no es faran servir als mètodes *Start*. Quan sigui necessari, s'activaran o es desactivaran segons convingui. De la majoria d'aquests processos se n'encarreguen les classes que disposen d'un control d'interruptors.

# 13 Testing

El següent apartat està enfocat a avaluar la jugabilitat del joc, el disseny de les proves i la seva capacitat per transmetre les pistes que es donen i la seva resolució.

S'han deixat provar el joc a diferents persones i s'ha estudiat la seva manera de resoldre les proves i la manera d'interactuar amb el joc en general. Els problemes que s'han anat trobant, s'han anat apuntant al següent apartat, amb una proposta de solució corresponent. El nombre l'enumeració del problema coincideix amb el de la proposta per la seva solució.

## 13.1 Primer test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 4/5
- Escape rooms: 4/5

Problemes:

1. El filtre utilitzat a la segona fase del Puzzle Simètric és complicat d'associar amb la graella i un cop feta la relació, costa entendre quins nombres s'han de tindre en compte.
2. Costa entendre la resolució de l'última fase del Puzzle Simètric. A la darrera fase (la descoberta de les últimes tres xifres), costa massa entendre que s'ha d'utilitzar la simetria amb les xifres introduïdes durant les dues primeres fases.
3. La prova de la Combinació Làser és massa difícil. En primer lloc, costa descobrir la seva existència. Costa massa relacionar el fet que la càmera segueixi al jugador, que s'activi el làser, que s'hagi d'apagar la llum per realitzar la prova i que s'hagi d'amagar a l'armari per descobrir la combinació.
4. La prova dels Números escrits amb sang deixa poc clara la relació entre les seqüències de números que la componen.

Solucions proposades:

1. Afegir un contorn al filtre vermell que imiti la divisió de quadrícula. D'aquesta manera és més fàcil associar el filtre amb la quadrícula i la divisió amb cada numero queda més clara.
2. Els nombres del cademat giratori relacionats amb la última fase del Puzzle Simètric, s'han de pintar del mateix color que els quadres que té a la bora. Així es dona la idea de que estan relacionats.
3. Indicar d'alguna manera que hi ha algunes proves que únicament es poden resoldre a la foscor.
4. Canviar el color dels símbols de correctesa a verd i el d'error a vermell. Així s'intenta reforçar la idea de que els números que els acompanyen, indiquen la quantitat de nombres correctes/incorrectes de cada fila.

## 13.2 Segon test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 3/5
- Escape rooms: 0/5

Problemes:

1. Els números obtinguts amb el filtre daurat han sigut incorrectes. S'entén ràpidament que s'ha d'encaixar a les ranures daurades, però costa fixar-se en quina posició s'han de posar els forats del filtre.
2. Identificar els triangles del filtre vermell com a fletxes ha suposat més temps de l'esperat.
3. La prova de la Combinació del Zodíac s'ha relacionat (erròniament) amb els mesos de l'any que representen els símbols del zodíac.
4. La prova de la Combinació Làser segueix sense ser descoberta.
5. No s'ha introduït cap combinació horària.

Solucions proposades:

1. Afegir un contorn que ressalti les posicions de la quadrícula que engloba el filtre daurat.
2. Augmentar la longitud dels triangles perquè quedi més clar que són fletxes i que apunten en una direcció determinada.
3. Donar la solució d'un dels panells de les imatges per deixar clar que no té a veure amb els signes del zodíac. Per exemple a la imatge dels peixos, posar-li un zero al costat, per indicar que no tenen "extremitats".
4. Per facilitar la descoberta de la prova de la Combinació Làser, cal afegir alguna cosa que indiqui que hi ha coses que únicament poden ser descobertes a la foscor.
5. Relacionar d'alguna manera totes les combinacions horàries i, a la vegada, amb el rellotge que permet introduir-les.

### 13.3 Tercer test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 4/5
- Escape rooms: 0/5

Problemes:

1. Ha costat entendre la manera de resoldre l'última part del Puzzle Simètric. La idea de simetria no queda prou clara.
2. S'ha descobert la prova de la Combinació Làser, però no s'ha entès el que s'havia de fer. No ha quedat clara quin tipus d'interacció oferien els cercles.
3. Un cop descoberta la interacció amb els cercles, no hi ha hagut manera de trobar la combinació correcta. No s'ha identificat que el gruix del làser coincideix amb el dels cercles i que s'ha d'utilitzar per descobrir la combinació correcta.
4. En aquest cas tampoc s'ha introduït cap combinació horària.

Solucions proposades:

1. Afegir una línia discontinua darrere del cademat giratori per augmentar la sensació de simetria de la prova.
2. Substituir els cercles per botons per deixar clar que un cop s'interactua amb un d'aquest, el botó es prem i deixa pas a algun esdeveniment.
3. Indicar d'alguna manera que el fet que el làser estigui activat, és útil durant la prova.
4. Pintar amb algun color característic totes les combinacions horàries i alguna part del rellotge.

### 13.4 Quart test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 3/5
- Escape rooms: 0/5

Problemes:

1. Cercles no entesos com a botons.
2. Triangles del filtre vermell no entesos com a fletxes.
3. Segueixen sense quedar clares les posicions dels números a tindre en compte al filtre daurat.
4. No s'ha reduït la dificultat del descobriment la prova de la Combinació Làser. Principalment perquè costa massa endevinar que s'ha d'apagar la llum per poder veure els cercles.
5. L'última prova ha suposat molt més temps de l'esperat. Ha costat relacionar els nombres que indiquen la quantitat de nombres correctes de cada fila, amb la fila de nombres escrits amb sang.

Solucions proposades:

1. Cal afegir relleu i animacions als cercles per tal de facilitar que s'identifiquin com a botons.
2. Augmentar la longitud de les fletxes per tal que quedi més clar que assenyalen alguna cosa, en lloc de ser triangles posats a l'atzar.
3. Augmentar la mida del contorn que ajuda a distingir les diferents posicions de la quadícula.
4. Posar a la paret on es troben els cercles, un símbol que indiqui, de manera subtil, que hi ha alguna cosa que únicament és visible a la foscor.
5. S'ha d'intentar fer que s'aconsegueixi endevinar la llargada de la combinació el més ràpid possible. D'aquesta manera es veu més ràpidament que hi ha relació entre els nombres escrits amb sang i els que indiquen la quantitat de correctesa/error. Cal afegir alguna cosa que defineixi clarament el nombre de columnes (longitud de la solució) de nombres escrits amb sang.

### 13.5 Cinquè test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 3/5
- Escape rooms: 0/5

Problemes:

1. Dificultat per resoldre la prova dels Números en la Foscor. Al no saber la quantitat de nombres que compon la solució, es pot ignorar l'existència d'algun dels panells que indiquen els nombres a introduir.

Solucions proposades:

1. Indicar la longitud de la combinació en algun lloc del passadís o al mateix panell que permet introduir els números.

### 13.6 Sisè test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 3/5

- Escape rooms: 0/5

Problemes:

1. Un cop utilitzat el filtre daurat a la quadrícula, s'interpreta que aquella quadrícula no es tornarà a fer servir. Llavors, quan arriba el moment de fer servir el filtre vermell, no se sap on s'ha de fer servir.
2. En la prova dels Nombres en la Foscor ha costat endevinar l'ordre d'introducció dels números. S'ha interpretat (erròniament) que s'havien d'introduir en ordre creient de valor.

Solucions proposades:

1. S'ha d'indicar d'alguna manera que el filtre vermell està relacionat amb la mateixa quadrícula.
2. Reforçar la idea que d'ascendència d'alçada que transmet la fletxa del passadís. Afegir marques que indiquin longitud vertical.

### 13.7 Setè test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 3,5/5
- Escape rooms: 0/5

Problemes:

1. Tot i que després de l'últim test la prova de la Combinació Làser es va fer més intuïtiva, segueix sense ser obvia.
2. El sistema interactiu per arrossegar l'agulla minutera del rellotge és complicat, poc precís i molest.
3. El nombre de reintents del panell de combinacions s'ha confós amb un nombre ja introduït a la solució.
4. S'ha tornat a interpretar (erròniament) que el nombre d'introducció dels números era l'ordre ascendent segons el seu valor.
5. Dificultat per relacionar els nombres de l'última prova. No s'ha trobat la relació entre els que formen part de la solució amb els que donen la pista per descobrir-los.

Solucions proposades:

1. S'ha decidit mostrar la llargada de la combinació a introduir, per tal que els jugadors es fixin que s'ha de tindre en compte el nombre de vegades que s'obre i es tanca el làser. A més a més, s'ha de posar un símbol que representa un làser dins de l'armari, per donar a entendre que el làser s'ha de relacionar d'alguna manera amb l'armari.
2. S'ha de refer el sistema d'arrossegar l'agulla minutera. S'ha proposat afegir fletxes a la mateixa agulla que mentre es mantenen premudes, l'agulla gira en aquella direcció.
3. Cal fer que el nombre de reintents no coincideixi amb cap dels nombres que formarà part de la solució.



4. Seria millor canviar els nombres que formen part de la solució per alguns que no puguin donar la idea d'ascendència segons el valor. Addicionalment es pot repetir algun número per eliminar la teoria de l'ascendència numèrica.
5. Delimitar clarament les files per tal que sigui més fàcil relacionar els nombres solució i els nombres pista.

### 13.8 Vuitè test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 3/5
  - Escape rooms: 5/5
1. L'ombra del turó a la vora de la cova fa semblar que és un forat i confon amb l'entrada que està just girant a l'esquerra.
  2. Costa relacionar les pistes de les combinacions horàries amb el rellotge.
  3. El senyal del làser no s'associa amb la llum làser de la càmera.
  4. El temps perdut en mirar als quadres és o bé excessiu o bé passa desapercebut que es perd.
  5. Color de la taula del segon pis és massa fosc per distingir la taca de sang.
  6. La clau per obrir la porta final, un cop girada la sala, és inaccessible.

Solucions proposades:

1. Aplanar el traçat del turó per tal que faci menys obra sobre l'entrada de la cova, perquè es distingeixi més bé.
2. El color de les combinacions horàries hauria de ser abundant al rellotge per tal de relacionar-ho més fàcilment. Afegir tonalitats verdoses (com les de les combinacions horàries) al material del rellotge.
3. Pintar el símbol del color de la llum del làser.
4. Canviar l'algorisme de la penalització perquè redueixi menys temps.
5. El color de la taula s'hauria de canviar per un que fos més clar, que contrasti millor amb la taca de sang.
6. Fer que d'alguna manera es pugui tornar a girar la sala, per tal de poder accedir de nou al segon pis i recollir la clau corresponent.

### 13.9 Novè test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 4/5
- Escape rooms: 2/5

Problemes:

1. S'ha donat una situació en què no s'ha mostrat la combinació làser en el moment que el jugador ha entrat a l'armari i n'ha tancat les portes.

Solucions proposades:

1. Augmentar l'àrea de detecció de l'armari per cobrir tot l'espai de l'interior, per tal que quan el jugador hi entri, es pugui detectar en totes les ocasions.

### 13.10 Desè test

Experiència del *tester*:

- Jocs: 5/5
- Escape rooms: 5/5

No s'ha trobat cap problema durant la partida.

### 13.11 Comentaris

A mesura que s'han anat fent els tests i corregint els problemes trobats, la jugabilitat del joc i la coherència de les proves ha anat augmentant. Es pot apreciar clarament la millora de la qualitat de l'experiència que ofereix el joc, respecte a les implementacions abans dels tests.

Els problemes que han anat tenint els jugadors s'han reduït significativament a mesura que s'anaven fent proves i millores. Tot i així, cal destacar que cada jugador tenia certes facilitats en algunes proves i dificultats en algunes altres. No tothom ha sigut capaç de resoldre les mateixes proves amb la mateixa agilitat. El fet realitzar tants tests ha sigut de gran ajuda per tal de detectar diferents problemes que han tingut diferents persones.

Com era d'esperar, en general, les persones que no havien jugat mai a un joc del tipus Escape Room han tingut més dificultats per relacionar conceptes. Tot i així, no ha sigut un factor crític. Després de jugar els primers deu minuts, els jugadors han anat entenent la mecànica i s'han habituat a la manera de pensar d'aquests jocs.

Deixant de banda que algunes proves eren més complicades que altres, en general s'han pogut completar totes sense massa ajuda. Tenint en compte que els tests s'han fet amb el nivell de màxima dificultat, el temps invertit pels jugadors ha estat bastant raonable. Tot i així, s'ha augmentat el temps que es dona per resoldre la sala, ja que inicialment resultava insuficient.

D'altra banda, els jugadors amb poca experiència en videojocs, sorprenentment, no han tingut absolutament cap dificultat per jugar el joc. Això demostra que el disseny de la mobilitat i la interacció és intuïtiu i usable. Un cop realitzat el "petit tutorial" del menú, els jugadors han sigut capaços de moure's per l'entorn i interactuar amb els objectes sense cap tipus de problema.

## 14 Perspectiva de futur

Encara que el joc s'hagi finalitzat amb èxit i s'hagin complert tots els objectius, hi ha hagut algunes coses que han quedat pendents per fer. No s'han fet durant el treball per motius variats. Principalment, cap de les següents característiques formava part dels objectius i no era de vital importància pel treball.

## 14.1 Realitat virtual per la versió d'ordinador

Per motius de pressupost (i els ja mencionats) no s'ha fet durant el treball. El principal impediment ha sigut no disposar dels dispositius de realitat virtual per fer el desenvolupament. Si més endavant, en algun moment, disposés d'algun equipament de realitat virtual per ordinador, intentaria fer-ne una adaptació.

De la manera que ha estat desenvolupat el projecte, dubto que fer una versió per a ordinador amb realitat virtual sigui massa complicat. Seria qüestió d'adquirir l'sdk adequat i fer una adaptació, de la mateixa manera que s'ha fet amb la d'Android.

## 14.2 Persistència

M'hauria agradat afegir-li alguna espècie de rànquing o llistat amb les partides finalitzades. Allí es podrien veure totes les partides realitzades amb èxit, ordenades segons les millors puntuacions (menor temps en escapar de la sala).

Crec que aquesta decisió afegiria el factor competitiu que li falta a aquest joc. Avui en dia, els jugadors mostren preferència pels videojocs que els permeten compara-se amb altres. D'aquesta manera els jugadors tindrien un al·licient per superar el joc ràpidament.

De moment no s'ha realitzat, ja que (a part que no formava part dels objectius a assolir) és un tema força complex i hi tinc poca experiència.

## 14.3 Rànquing en línia

La idea seria estendre el concepte comentat a l'apartat anterior i fer-lo en línia. Hi hauria una taula de resultats on tots els jugadors que completat el joc hi figurarien. Això augmentaria el factor competitiu.

Fins al moment l'opció s'ha descartat deguda a la complexitat addicional que afegiria al projecte.

## 14.4 Seqüela

Tal com aclareixo a l'apartat del desenvolupament argumental, el joc queda obert a la creació d'una seqüela. Partint que s'ha hagut de fer tot el desenvolupament per aquest joc, es pot reaprofitar gran part del que ja està fet. D'aquesta manera, fer una seqüela no seria tan costós. Només faria falta modelar una altra sala, afegir-hi els elements que requereixi (que ja estan creats) i inventar nous enigmes.

# 15 Conclusions

Ha estat una gran experiència. M'ha obligat a posar-me a prova constantment i haver plantejar els reptes de maneres diverses. El fet d'haver estat desenvolupant diàriament durant aquests sis mesos que ha durat el projecte, ha estat un bon entrenament. He notat una millora progressiva tant en les meves habilitat de programació com en les de desenvolupament de projectes en Unity.

Com que els videojocs són obres molt complexes, on s'ajunten moltes disciplines, he tingut l'oportunitat de tindre contacte amb totes elles. M'he vist obligat a aprendre com modelar

objectes en 3D, crear i editar textures, materials, animacions, so, escenaris, escenes i un llarg etcètera.

També he pogut aprendre sobre la realitat virtual i les possibilitats que ofereix. Avui en dia, és cada vegada més present a les aplicacions i els videojocs. Al llarg del temps s'anirà fent més imprescindible conèixer-la. Ha sigut una bona oportunitat per fer els primers passos amb aquesta tecnologia.

El fet d'haver de programar de la manera més òptima possible, tenint en compte el rendiment (que és un factor crític als videojocs), ha suposat un repte interessant. M'he vist obligar a aprendre dels meus propis errors i a reescriure gran part del codi (vàries vegades) per tal de millorar-lo.

Una altra cosa a destacar ha sigut el fet de desenvolupar un joc multiplataforma. A l'estar desenvolupant de manera simultània un joc que pot ser jugat amb un ordinador o un telèfon intel·ligent, he hagut d'aprendre d'ambdós àmbits. He hagut d'entendre com funcionen els videojocs per ambdues plataformes i abstraure les característiques que tenen en comú. D'aquesta manera, gran part desenvolupament ha sigut igual per les dues versions. El fet de crear una versió o una altra únicament ha consistit a ajustar el sistema d'interacció i navegació.

En general he quedat molt satisfet amb el projecte. Quan el vaig començar no m'esperava assolir aquest resultat.